الأساليب الكمية فى الإدارة

دكتور
إسماعيل السيد
رئيس قسم إدارة الأعمال

دكتور
جلال العبد
مدرس بقسم إدارة الأعمال

كلية التجارة – جامعة الإسكندرية

2002-2003

الدار الجامعية
٨٤ شارع زكريا غنيم " الابراهيمية "
ص.ب ٣٥ الإبراهيمية " رمل إسكندرية "
☎ ٥٩١٧٨٨٢ – ٥٩٠٧٤٦٦

إهداء

إلى أستاذنا الفاضل الدكتور محمد الحناوي الذي منحنا الإطلالة الأولـــى على عالم الطرق الكميـــة فـــي الإدارة . نـــهدي هـــذا العمـــل المتواضـــع عرفاناً بفضله...

قائمة المحتويات

صفحة

- تقديم -

هذا الكتاب يضم عدداً من الأساليب والطرق الكمية التي يمكن أن تستخدم في مساعدة الإداريين أثناء قيامهم باتخاذ القرارات المختلفة، وكذلك في تخطيطهم لاستخدام موارد منظماتهم. ويحكم هذا الكتاب فلسفة واحدة أساسية وهي العمل على تبسيط هذه الأساليب بقدر ما أُمكن حتى يمكن للممارسين فهمها واستخدامها كلما أمكن ذلك.

ويضم الكتاب نخبة من النماذج والأساليب حيث يتناول **الفصل الثاني** أحد النماذج الاحتمالية Probabilistic Models وهو أسلوب اتخاذ القرارات في ظل عدم التأكد، وفي ظل الخطر، ويفرق بين المفهومين. ويتابع **الفصل الثالث** هذا الموضوع بتقديمه مفهوم شجرة القرارات، ونظرية المنفعة، وكذلك اتخاذ القرارات متعددة العوامل.

أما **الفصل الرابع** فهو يقدم لأسلوب تحليل ماركوف والذي يساعد على التنبؤ ببعض الأحداث في المستقبل. و**الفصل الخامس** يقدم لمفهوم نظرية المباريات ذات المجموع الصفري والتي تفيد في اختيار بعض الاستراتيجيات في ظل الأوضاع التنافسية. أما **الفصل السادس** فقد خصص لمناقشة أسلوب تقييم ومراجعة البرامج PERT وذلك لتخطيط أنشطة المشروعات ذات المراحل المتعددة والمركبة. بينما يختص **الفصل السابع**، و**الثامن** بمناقشة أسلوب البرمجة الخطية كأسلوب يستخدم من قبل الإداريين في تخصيص واستخدام الموارد بكفاءة.

كما تناول الكتاب مجموعة من الموضوعات الهامة والتي قلما يتعرض لها الكتاب والباحثون في كتاباتهم وهو ما تضمنته الفصول من التاسع

وحتى الثاني عشر وهي تتعلق بالبرمجة الخطيـــة بـــالأعداد الصحيحـــة، والبرمجة الخطية الاحتمالية، ونماذج المحاكاة، ونظرية صفوف الانتظار.

وقد أعقب هذه الفصول مجموعة من التدريبات العملية والتـــي تســـاعد على مزيد من الاستيعاب للأساليب التي عرضنا لها في هذه الفصول.

ونرجو من الله عز وجل أن نكون قد قدمنا شيئاً للممارسين والبـــاحثين عن المعرفة.

والله الموفق..

المؤلفان

الفصل الأول

مقدمـــة

الفصل الأول

🕮 مقدمة

إن هذا الكتاب يهتم أساساً بعرض بعض المداخل الكمية التي يمكن للإدارة الاستعانة بها في اتخاذها للعديد من القرارات. ففي الفترة الأخيرة، تـم تنميـة العديد من الأساليب الكمية التي يمكن مع استخدامها أن تتحسن جودة ما تتخـذه الإدارة من قرارات. ومن هنا فإننا في هذا الكتاب لا نهتم بعـرض الأسـاليب الكمية في حد ذاتها، ولكننا نهتم بتوضيح كيف أن استخدام مثل هذه الأسـاليب يحسن من جودة عملية اتخاذ القرارات.

وعلى الرغم من تعدد المسميات التي تتعامل مع استخدام الأساليب الكميـة في عملية اتخاذ القرارات الإدارية إلا أن أشهر مسميان تم إطلاقهما على هـذا الاستخدام هما مسمى "بحوث العمليات" Operation Research ومسمى "علـم الإدارة" Management Science (MS). وتعود الأصول التاريخية لهذا العلـم إلى الحرب العالمية الثانية حينما أسند لفريق بحوث العمليات والمكـون مـن خبرات متنوعة (كالرياضيين، والمهندسين، وعلماء السلوك الإنساني،.. الـخ) مهمة القيام بحل كافة المشكلات التي يواجهها الجيش باسـتخدام الأسـلوب أو الطريقة العلمية.

وعقب انتهاء الحرب فإن أعضاء هذا الفريق استمروا في بحوثـهم فـي مجال المداخل الكمية لحل المشكلات واتخاذ القرارات.

ولقد أدى إلى نمو هذا العلم تطوران هامان في المجال السلمى. الأول هـو توصل جورج دانتزج George Dantzing في عام 1947 إلى طريقة السمبلكس

Simplex Method في حل مشكلات البرمجة الخطية. والثاني هـو نشـر أول كتاب في بحوث العمليات في عام 1957 والذي ألفـه كـل مـن تشرشـمان، وأكوف، وأرنوف (Churchman, Anderson, Sweeneg & Ackoff Williams, 1989).

ومع ظهور الحاسب الآلي فإن الصورة الخاصة باستخدام الأساليب الكمية فـي اتخاذ القرارات تكون قد اكتملت حيث يوجد الآن العديد من برامـج الحاسـب الآلي التي يمكن استخدامها في التعبير عن المشكلات الإداريـة فـي صـورة نماذج كمية. وكذلك القيام بحلها حلاً أمثل.

أهمية وجود مشكلة:

إن القاسم المشترك لكافة الأساليب الكمية والمستخدمة في عمليـة اتخـاذ القرارات هو ضرورة وجود مشكلة يمكن التعبير عنها بشكل كمي (رقمـي). وقد تكون هذه المشكلة محدودة مثل مشكلة زيادة كفـاءة خـط الإنتـاج فـي الشركة. أو قد تكون واسعة للغاية مثل مشكلة إعداد استراتيجية طويلة الأجـل للشركة والتي تتضمن كل من العمليات المالية والتسويقية، والإنتاجية. فجميـع المشروعات التي يتم التعامل معها كمياً تبدأ بوجود مشكلة لا يعـرف الإداري لها حلاً أمثل، ثم يكون على المحلل الكمي أن يقدم يد العون لوصـول الإدارة إلى أفضل قرار أو حل لهذه المشكلة.

وهناك بعض الأسباب التي تدعو إلى استخدام المدخل الكمـي فـي حـل المشكلات. وتشمل هذه الأسباب ما يلي:

1- قد تكون المشكلة معقدة بمعنى وجود عدد كبير من المتغـيرات المتشـابكة والتي تؤثر فيها ومن ثـم لا يسـتطيع أن يجـد المديـر حـلاً بسـيطاً أو سهلاً لها.

2- قد تكون المشكلة هامة للغاية بمعنى أنها قد تتطلب أصولاً كبيرة أو قد تؤثر في حياة الشركة ولذا فإن المدير يرغب في القيام بتحليل شامل ودقيق لها قبل أن يتخذ أي قرار بشأنها.

3- قد تكون المشكلة جديدة على المدير ومن ثم لا يتوافر لديه الخبرة اللازمة للتعامل معها.

4- قد تكون المشكلة متكررة ويحاول المدير أن يوفر جهده ووقته من خلال بناء حل روتيني كمي لهذه المشكلة.

وإذا نظرنا إلى الشركات سنجد أنها تستخدم العديد من الأساليب الكمية في العديد من قراراتها وتتمثل أهم هذه المجالات فيما يلي:

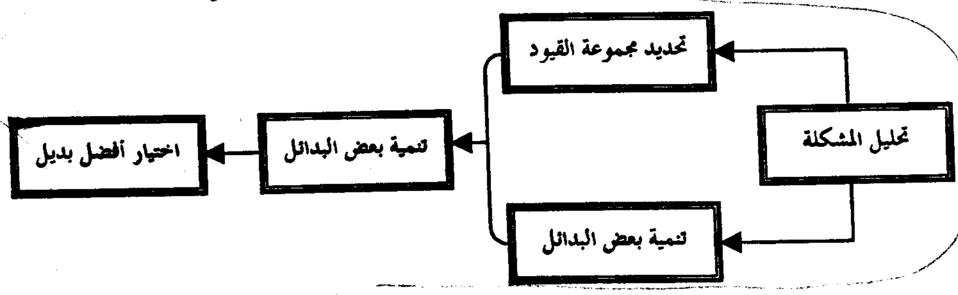
- التنبؤ بحجم الطلب المتوقع.
- جدولة الإنتاج.
- التخطيط والرقابة على العمليات الإنتاجية.
- تخطيط ورقابة المشروعات.
- التحليل والرقابة على المخزون.
- تقدير الميزانية الرأسمالية.
- تخطيط وجدولة أنشطة النقل.
- الاختيار الأمثل لموقع المصنع أو الفروع.
- الرقابة على جودة المنتج.
- بحوث الإعلان والمبيعات.
- إحلال الآلات والمعدات.
- عمليات الصيانة والإصلاح.
- الإجراءات المحاسبية.
- تغليف المنتجات.

ومثل هذه القائمة السابقة لا تعد حصراً شاملاً لكافة المجالات التي يمكن للشركة فيها استخدام الأساليب والطرق الكمية، ولكنها أمثلة للعديد من المجالات المتنوعة التي يمكن للشركات الاستعانة بها ببعض أساليب التحليل الكمي.

العلاقة بين التحليل الكمي وعملية اتخاذ القرار:

من الممكن فهم تلك العلاقة بين أساليب وطرق التحليل الكمي، وعملية اتخاذ القرار بشكل أفضل إذا نظرنا إلى الشكل رقم (1-1). فمن خلال هذا الشكل يتضح لنا أن أي استخدام للتحليل الكمي يبدأ عندما تظهر أمام الإدارة مشكلة ما. وفي هذا الموقف يكون المدير مسئولاً عن تحديد التصرف الأمثل من خلال ما يتخذه من قرار، ولذا فإنه يقوم بإجراء بعض التحليل لهذه المشكلة والذي يشمل تحديده للهدف، وللقيود التي توجد على تحقيق هذا الهدف، وتقييمه لبعض الحلول البديلة الممكنة، واختياره لأفضل هذه البدائل.

شكل رقم (1-1): العلاقة بين اتخاذ القرار والتحليل الكمي (1)



ومن الشكل يتضح لنا أيضاً أن التحليل الذي يقوم به المدير قد يأخذ أحد شكلين: النوعي (الوصفي)، والكمي. ويستند النوع الأول من التحليل إلى حكم وتقدير المدير ذاته وخبراته السابقة. ومثل هذا التحليل يعتمد على حسن تقدير

(1) المصدر: Anderson, D. R., D. J. Sweeney & T. A. Williams, Quantitatise Methods for Business, N.Y.: West Publishing Company, 1989, p.3.

وتوقع المدير ولذا فإنه يعد فناً أكثر منه علماً. ولو كان المدير ذو خبرة واسعة بمثل هذه المشكلات، أو إذا كانت المشكلة في حد ذاتها بسيطة وسهلة فإن المدير يميل بشكل أكبر إلى استخدام مثل هذا النوع من التحليل. ولكن على الوجه الآخر إذا كانت خبرة المدير بمثل هذه المشكلات محدودة، أو إذا كانت المشكلة معقدة ومهمة فإن التحليل الكمي يعد عنصراً هاماً في القرار الذي يصل إليه المدير. وفي التحليل الكمي فإن المحلل يهتم ويركز على تلك الحقائق الكمية، والبيانات ذات العلاقة بالمشكلة، والقيام بالتعبير الرياضي لهذه المشكلة والذي يصف كلا من الهدف، والقيود، والعلاقات التي توجد بين متغيرات هذه المشكلة. ثم باستخدام أحد الطرق أو الأساليب الكمية يقوم المحلل بتقديم توصية للمدير حول الحل الأمثل لهذه المشكلة وعلينا أن ندرك أن كلا النوعين من التحليل يعد ذو فائدة كبيرة للمدير. فبناء على تلك المعلومات التي يعطيها التحليل النوعي والكمي، ووفقاً لنتيجة تقييم المدير ودراسته لهذه المعلومات فإن المدير يقوم بعملية اتخاذ للقرار بصدد المشكلة التي يواجهها.

وبينما يمكن للمدير أن ينمي قدراته في التحليل النوعي من خلال ما يكتسبه من خبرات، فإن التحليل الكمي لا يمكن تنمية قدراته لدى المدير إلا من خلال قيامه بدراسة الافتراضات والطرق الخاصة بهذا التحليل الكمي. ويستطيع المدير أن يزيد من فعالية ما يتخذه من قرارات عن طريق تعلمه بشكل أكثر للمنهجية الكمية في اتخاذ القرارات، وبالفهم الأعمق لمدى إسهام هذه المنهجية في تحسين عملية اتخاذ القرار. فالمدير الملم بكلا النوعين من التحليل يكون في وضع أفضل-ولا شك- في عملية اتخاذ القرار من ذلك المدير الذي لا يلم إلا بالتحليل النوعي وحده أو التحليل الكمي وحده. فالجمع

بين التحليلين ولا شك يزيد من فهم ومعرفة المدير بطبيعة وأبعاد المشكلة التي يواجهها ومن ثم تزيد من قدرته وكفاءته في عملية اتخاذه للقرار المتعلق بها.

وتشير الدراسات والبحوث إلى أن إلمام المديرين والممارسين بالأساليب الكمية واستخدامها في عملية اتخاذهم للقرارات يختلف عبر الأساليب والطرق الكمية المختلفة. ويعبر الجدول رقم (1-1) عن مدى إلمام المديرين ومعرفتهم بمختلف الأساليب والطرق الكمية التي يمكن استخدامها في عملية اتخاذ القرارات. ومن هذا الجدول يتضح أن هناك أسلوبان كميان يلم بهما المديرين والممارسين بشكل عال وهما: أسلوب البرمجة الخطية، وأسلوب المحاكاة Simulation. فنتائج الدراسات الميدانية تشير إلى أن أكثر من 80% من الممارسين والمديرين يستخدمون هذين الأسلوبين بالفعل. وإلى جوار ذلك هناك مجموعة من الطرق والأساليب التي يكون إلمام المديرين والممارسين بها متوسط؛ حيث تظهر الدراسة استخدام نسبة قدرها 50% أو أعلى قليلاً من الممارسين لها. وتشمل هذه المجموعة كل من تحاليل الشبكات، ونظرية صفوف والانتظار، وشجرة القرارات. أما المجموعة الثالثة فهي تشمل تلك الأساليب التي يتصف فيها درجة إلمام الممارسين والإداريين بها بالانخفاض، ومن ثم يقل استخدامهم لها؛ حيث تظهر نتائج الدراسات استخدامها بمعدل لا يتعدى 38.5% بحد أقصى. وتشمل هذه المجموعة كل من أساليب البرمجة العددية، والبرمجة الديناميكية، والبرمجة غير الخطية، وتحليل سلاسل ماركوف، وتحليل الاحلال. أما المجموعة الأخيرة فهي تشمل تلك الأساليب التي يعد إلمام الممارسين والمديرين بها محدوداً للغاية وكذلك استخدامهم لها. وتشمل هذه المجموعة كل من أسلوبى نظرية المباريات Game Theory، وبرمجة الهدف Goal Programming.

جدول رقم (1-1): درجة معرفة الممارسين والمديرين بمختلف الأساليب والطرق الكمية

الطريقة أو الأسلوب	نسبة الاستخدام	الترتيب وفقاً لنسبة المعرفة بالأسلوب
البرمجة الخطية	%83.8	1
نماذج المحاكاة	%80.3	2
تحليل الشبكات	%58.1	3
نظرية الصفوف والانتظار	%54.7	4
شجرة القرارات	%54.7	5
البرمجة العددية	%38.5	6
البرمجة الديناميكية	%32.5	7
البرمجة غير الخطية	%30.7	8
تحليل ماركوف	%31.6	9
تحليل الإحلال	%38.5	10
نظرية المباريات	%13.7	11
برمجة الهدف	%20.5	12

مراحل التحليل الكمي

تمر عمليات التحليل الكمي بخمسة مراحل أساسية وهي:

1- تعريف المشكلة.

2- تنمية النموذج الرياضي.

3- إعداد البيانات.

4- حل النموذج الرياضي.

5- كتابة وإعداد التقرير النهائي.

دعنا ننظر إلى هذه الخطوات بشيء من التفصيل.

1- تعريف المشكلة: إن عملية تعريف المشكلة تعد أحرج وأهم مراحل التحليل الكمي. فهذه العملية تتطلب الكثير من التخيل، وجهد وعمل فريق متكامل وذلك حتى يمكن تحويل مشكلة عامة الوصف إلى مشكلة معبراً عنها بشكل محدد وقاطع بحيث يمكن التعامل معها رياضياً. فعلى سبيل المثال لو أن المشكلة هي "وجود زيادة في حجم المخزون" فإن هذه المشكلة لابد من تحديدها بشكل قاطع ومحدد من حيث الهدف، والقيود واللذان يمكن التعبير عنهما كمياً وذلك قبل أن يستطيع المحلل الكمي أن ينتقل إلى الخطوة أو المرحلة التالية. ومن المهم جداً أن يشارك المستخدمون الفعليون للموقف في الحياة العملية في هذه المرحلة لأنهم أكثر الأفراد إلماماً بها، ومن هنا فإن المحلل الكمي لابد وان يعمل عن قرب مع المدير او مع المستخدم لنتائج التحليل الكمي الذي سيتوصل إليه.

2- بناء النموذج الكمي: النماذج ما هي إلا تمثيل لأشياء أو مواقف توجد في الواقع. مثل هذا التمثيل يمكن أن يقدم في العديد من الأشكال. فعلى سبيل المثال فإن نموذج مصغر للطائرة يعد أحد أشكال النماذج. والسيارة التي يلعب بها الأطفال تعد نموذجاً للسيارة الحقيقية في الواقع. ويلاحظ أن كلا المثالين يعبران عن وجود نموذج مادي Physical Model وعادة ما يعبر عن هذا الشكل من النماذج باسم النماذج المجسمة Ionic Models.

ومن الأشكال الأخرى للنماذج تلك النماذج المادية ولكنها لا تظهر بنفس مظهر وشكل الأشياء التي تمثلها في الواقع العملي. وعادة ما يشار إلى مثل هذه النماذج باسم النماذج المثلية Analog Models. فمثلاً مقدار السرعة في السيارة هو نموذج يعكس السرعة كشيء في الواقع العملي. فوجود المؤشر

عند رقم معين هو نموذج يعكس سرعة السيارة في الواقع. وبالمثل فإن ميزان الحرارة يعد نموذجاً للتعبير عن درجة الحرارة في الواقع.

أما الشكل الثالث من النماذج وهو موضع اهتمامنا فهي تلك النماذج التي يتم التعبير فيها عن الأشياء أو المواقف في الواقع في صورة رموز وعلاقات رياضية.

وعادة ما يطلق على مثل هذه النماذج اسم النماذج الرياضية Mathematical Models وهي تعد قلب الأساليب الكمية المستخدمة في عملية اتخاذ القرارات الإدارية. فعلى سبيل المثال، يمكننا أن نحسب الربح الإجمالي الذي تحصل عليه الشركة من خلال ضرب عدد الوحدات المباعة بالفعل في الربح الذي تحققه كل وحدة مباعة. فإذا تم التعبير عن الوحدات بالرمز (س) وكان الربح المتحقق في كل وحدة هو 10 جنيهات، وتم التعبير عن إجمالي الربح في صورة نموذج رياضي فإن هذا يأخذ الشكل التالي:

عظم ب = 10 س .... (1-1)

حيث ب هي مجمل الربح.

والقيمة الأساسية التي يقدمها لنا مفهوم النموذج هو أننا يمكننا أن نتوصل إلى نتيجة تتعلق بالواقع العملي من خلال دراسته وتحليله. فمهندس التصميم يمكنه بناء نموذج للطائرة يجرب معه مقاومة الطائرة للمطبات الهوائية والرياح الشديدة حتى يمكن أن يصل إلى أفضل نموذج للطائرة التي تستطيع أن تعبر مثل هذه الرياح بأمان. مثل هذا لا يمكن القيام به مع الطائرة الحقيقية وإلا كانت التكلفة عالية. وبنفس المنطق فإن النموذج الرياضي يمكن استخدامه في التوصل إلى نتيجة تتعلق بمقدار الربح الإجمالي الذي يمكن أن تحققه

الشركة إذا ما كانت تبيع عدد معين من الوحدات. فوفقاً للنمــــوذج الريــاضي المعبر عنه في المعادلة (1-1) يستطيع المدير أن يتوقع ربحاً إجماليــــاً قــدره 30جنيهاً. إذا ما تمكنت الشركة من بيع 3 وحدات.

وبصفة عامة فإن التعامل والتجارب مع النماذج يكون أقل تكلفة ويتطلــب وقتاً أقل من التعامل أو التجارب مع المواقف والأشياء في الواقع العملي فمــن الطبيعي أن يكون بناء نموذج يمثل الطائرة أقل تكلفة ووقتاً من تصنيع طــائرة حقيقية للتجارب معها. وبالمثل فإن النموذج الرياضي السابق يمكن المدير مـن معرفة مقدار الأرباح الذي يمكن للشركة أن يحصل عليه دون حاجة حقيقيــة إلى إنتاج وبيع منتجات بالفعل. كذلك فإن النماذج تتمتع بميزة أساسية وهـــي تخفيض حجم المخاطر المصاحبة للتعامل والتجربة مـــع المواقــف والأشــياء الفعلية. وكلما كان النموذج مشابهاً ومقارباً للواقع كلما كانت النتائج التي يصـل إليها الباحثين من التعامل معه أكثر واقعية وصحة مـــع المواقــف والأشــياء الفعلية التي تمثلها. فمثلاً كلما كان النموذج الرياضي السابق و الخاص بالربحية دقيقاً في التعبير عن العلاقة بين حجم المبيعات والربح كلما كان تقدير المديــر الذي يستخدمه أكثر صحة ودقة.

وحيث أن هذا الكتاب يتعامل مع الأساليب الكمية، دعنا ننظر بشكل أكــثر قرباً إلى النماذج الرياضية وعملية وضعها والتوصل إليها في الحياة العمليــة، عندما يواجه المدير مشكلة إدارية معينة فإن تعريفة هــذه المشــكلة وأبعادهــا يؤدي إلى تحديده لهدف محدد يسعى إلى تحقيقه مثل تعظيمه لمقدار ما تحققــه الشركة من أرباح أو تدنيته لتكلفة معينة. كذلك يؤدي تعريفــه للمشــكلة إلــى تحديده لمجموعة من القيود والمواقع التي قد تعوق وتحد من الوصـــول إلــى أهدافه مثل الطاقة الإنتاجية أو حجم الأمـــوال المتاحــة، أو نــوع المنتجــات الموجودة في السوق ...الخ.

ونجاح النموذج الرياضي في هذه الحالة يتوقف على كيفية التعبير عن هذه الأهداف والقيود والعلاقة فيما بينهما بشكل رياضي صغير ومعبراً عن الواقع بدرجة كبيرة.

وأي تعبير رياضي يصف أهداف المشكلة الإدارية يشار إليه عادة تحت اسم دالة الهدف Objective function. فعلى سبيل المثال فإن المعادلة (1-1) تعبر عن دالة هدف إذا أرادت الشركة أن تعظم من ربحها. وبالمثل فلابد أننا نعبر عن القيود بشكل رياضي. فمثلاً لابد وأن يكون لدينا تعبيراً رياضياً يعكس وجود قيد يتعلق بالطاقة الإنتاجية إذا كان إنتاج المنتج مثلاً يأخذ 5 ساعات وأن هناك 40 ساعة عمل وأن هناك 40 ساعة عمل فقط متاحة للإنتاج في كل أسبوع. في هذه الحالة إذا عبرنا عن عدد الوحدات المنتجة من هذا المنتج أسبوعيا بالرمز (س) فإننا يمكننا أن نعبر عن قيد الطاقة كالتي:

5س ≥ 40 .... (1-2)

ويعني ذلك أن قيمة مجمل الساعات اللازمة لإنتاج عدد وحدات س) لا يمكنه أن يتعدى الساعات الإنتاجية المتاحة وهي 40 ساعة، ولكنها يمكن أن تساويها أو أن تقل عنها.

وإذا جمعنا بين دالة الهدف والقيود فإننا يمكننا القول بأن هذا النموذج الرياضي يحاول الإجابة على المشكلة أو السؤال التالي: ما هو عدد الوحدات من هذا المنتج الذي يمكن للشركة إنتاجه أسبوعيا بحيث تستطيع الشركة أن تعظم ربحها؟

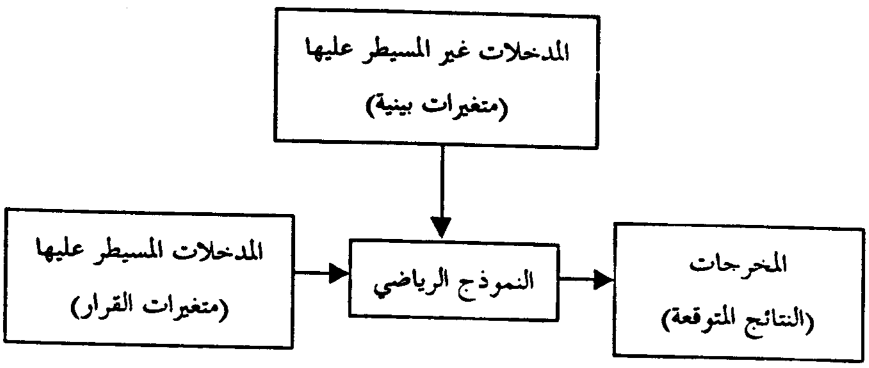
وإذا نظرنا إلى النموذج الرياضي السابق فسوف نجد أن هـــذا النمــوذج يحتوي على عدد من المتغيرات البيئية والتي لا توجد تحت سيطرة المديــر أو متخذ القرار مثل مقدار الربح الذي يحققه كل وحدة منتجـــة ومباعـــة، وعـــدد الساعات اللازمة لإنتاج وحدة من وحدات المنتج، ومقدار الطاقـــة الإنتاجيـــة المتاحة. ومثل هذه المتغيرات التي يمكن أن تؤثر في دالة الهدف والقيود يطلق عليها اسم المدخلات التي يمكن السيطرة عليها Uncontrollable Inputs. أمـــا تلك المتغيرات التي لا يمكن أن تضع لتحكم المدير وسيطرته فهي عـــادة مـــا يطلق عليها اسم المدخلات المسيطر عليها Controllable Inputs. فعلى ســـبيل المثال فإن حجم الإنتاج من المنتج تعد أحد المدخلات الخاضعة لتحكم وسيطرة المدير أو متخذ القرار. وعادة ما يشار إلى المتغيرات الأخـــيرة تحـــت اســـم متغيرات القرار Decision Variables.

ويعقب عملية تحديد المدخلات المسيطر عليها والمتغيرات البيئيـــة غـــير المسيطر عليها تقييم دالة الهدف، ومجموعة القيود التي توجد عليـــها بحيـــث يمكن تحديد المخرجات الخاصة بالنموذج. ومن هنا يمكن تحديـــد المخرجـــات الخاصة بالنموذج. ومن هنا فإن مخرجات النموذج ببساطة شديدة ما هـــي إلا عملية تقدير أو توقع لما يمكن حدوثه إذا ما حدثت تلك المتغيرات في الواقـــع العملي كما أدخلت إلى النموذج. ويعتبر الشكل رقم (1-2) عن التدفـــق الـــذي يعكس كيفية تحول المدخلات المسيطر عليها، وغير المسيطر عليها مخرجـــات من خلال النموذج الرياضي المستخدم.

وكون أن بعض المتغيرات في النموذج قد صنفت على أنها متغيرات غـــير خاضعة لسيطرة المدير أو متخذ القرار لا يعني أنها دائماً وأبداً ستكون بـــهذه الصفة.فهي تعد كذلك فقط في ظل هذا الموقف الذي تواجهه الإدارة، ولكنها قد تغير وتتحول إلى متغيرات مسيطر عليها (متغيرات القـــرار) فـــي مواقـــف

أخرى. فعلى سبيل المثال، في الموقف السابق لقد قمنا بتصنيف عدد الساعات المتاحة لإنتاج المنتج (الطاقة) على أنها من متغيرات البيئة والتي لا يسيطر عليها المدير. ولكن إذا استطاعت الشركة تعيين عمال جدد. أو استطاعت أن تجعل العمال الحاليين يعملون وقتاً إضافياً مقابل أجر أعلى فإن الساعات المتاحة للعملية الإنتاجية تصبح من المدخلات التي يمكن السيطرة عليها ومن ثم متغير قرار في النموذج.

شكل رقم (1-2): عملية تحويل المدخلات إلى مخرجات من خلال النموذج الرياضي



والمتغيرات البيئية التي تدخل إلى النموذج يمكن أن تكون معروفة بشكل مؤكد أو يمكن أن تكون المعرفة بها غير مؤكدة نتيجة لوجود احتمالات لتغييرها. ولو كانت كل القيم الخاصة بالمدخلات غير المسيطر عليها معروفة بشكل مؤكد، ولا يمكنها أن تتغير فإن النموذج يعرف بأنه نموذج مؤكد Deterministic Model. فمثلا معدل الضريبة الذي تدفعه الشركة على أرباحها هو أحد المتغيرات البيئية غير الخاضعة لسيطرة وتحكم المدير. وهي أيضاً معروفة بالقانون ومحددة، ولا تتغير (على الأقل في الأجل القصير) فإن أي نموذج رياضي يتعامل مع معدلات الضرائب للشركات كمتغير يعد نموذجاً

مؤكداً. وما نود قوله هنا أن النموذج المؤكد هو ذلك النموذج الذي يعكس بعض المتغيرات المعروفة مقدماً والتي لا تتغير على الأقل في الأجل القصير.

أما لو كانت قيم أحد المتغيرات البيئية الموجودة في النموذج غير معروفة بشكل مؤكد، وأنها يحتمل أن تكون موضعاً للتغير في الأجل القصير فإن هذا النموذج عادة ما يطلق عليه اسم النموذج الاحتمالي Stochastic Models. ومن أشهر أمثلة هذه المتغيرات متغير الطلب. فالطلب المتوقع في المستقبل يمكن أن يأخذ مدى واسعاً من القيم المحتملة. ولذا فإن أي نموذج يتعامل مع هذا الطلب غير المؤكد يطلق عليه اسم النموذج الاحتمالي.

وإذا عدنا إلى مشكلتنا التي عبرنا عنها في النموذج الذي تعكسه المعادلتين (1-1) ، (1-2) سنجد أن المتغيرات البيئية في هذا النموذج وهي عدد الساعات اللازمة لإنتاج وحدة واحدة من المنتج 5 ساعات، وعدد الساعات الكلية المتاحة للإنتاج 40 ساعة، والربح المحقق من كل وحدة تنتج وتباع 10 جنيهات كلها قيم مؤكدة ومعروفة مقدماً، وهي غير محتملة التغير في الأجل القصير على الأقل. ومن هنا هذا النموذج يعد في هذه الحالة مثالاً للنموذج المؤكد. ولكن إذا فرضنا على سبيل المثال أن الزمن اللازم لإنتاج وحدة واحدة ليس مؤكداً ولكنه قد يستغرق بين 3،6 ساعات وفقاً لجودة المادة الخام المستخدمة في الإنتاج فإن النموذج في هذه الحالة لن يعد نموذجاً مؤكداً ولكن سيصبح نموذجاً احتمالياً. وبصفة عامة، يكون التعامل مع، وحل النماذج الاحتمالية أصعب من التعامل مع، وحل النماذج المؤكدة.

3- **إعداد البيانات:** إن الخطوة الثالثة في التعامل مع التحليل الكمي هي عملية إعداد البيانات التي يتطلبها حل النموذج الذي تم وضعه في المحصلة أو الخطوات السابقة. وكلمة البيانات هنا تشير إلى تلك القيم الخاصة بالمدخلات البيئية غير المسيطر عليها في النموذج. وينبغي أن يتم تحديد كافة القيم

الخاصة بكل هذه المتغيرات الموجودة في النموذج قبل القيام بتحليله وحله رياضياً للوصول إلى الحل الأمثل للمشكلة التي يعبر عنها هذا النموذج.

وفي مثالنا الخاص بالإنتاج سنجد أن الأرقام 10(ربح)، 5(الساعات المطلوبة لإنتاج وحدة واحدة من المنتج)، 40(الساعات الإنتاجية الكلية المتاحة) تمثل البيانات اللازمة لحل النموذج. ويلاحظ أننا أدخلنا هذه البيانات إلى النموذج في المرحلة السابقة. ويعود ذلك إلى بساطة النموذج ذاته. فالقاعدة العامة تقول بأنه كلما كان النموذج بسيطاً ويحتوي على عدد محدود من المتغيرات البيئية غير المسيطر عليها فإن مرحلة إعداد البيانات تندمج مع مرحلة بناء النموذج الكمي ويتم التعامل معها معاً في المرحلة السابقة.

غير أنه في الكثير من المواقف العملية نجد أن البيانات الخاصة بالمتغيرات البيئية غير المسيطر عليها لا تكون متوافرة أثناء قيامه بعملية بناء النموذج. وفي مثل هذا الموقف فإن المحلل الذي يقوم ببناء النموذج يعلم أن النموذج لابد وأن يحتوي على قيم تعكس الربح المحقق من الوحدة المنتجة والمباعة، وعدد الساعات المطلوبة لإنتاج الوحدة الواحدة، وعدد الساعات الإجمالية المتاحة للإنتاج ويقوم بوضع رموز رياضية تعبر عن هذه القيم ثم ينتظر الحصول على مثل هذه القيم من قسم الحسابات، والإنتاج، والقسم الهندسي. فعلى سبيل المثال يقوم المحلل بوضع رموز عامة General Notations تشير إلى قيم هذه المدخلات البيئية كالتالي:

ر = الربح المتحقق من كل وحدة

ع = عدد ساعات العمل اللازمة لإنتاج وحدة من المنتج.

ط = الطاقة الإنتاجية المتاحة.

وفي هده الحالة فإن دالة الهدف المعبر عنها في المعادلة (1-1) تصبح كالتالي.

عظم : ب = رس

وتصبح دالة القيد كما يلي

ع س ≥ ط

ويعقب ذلك أن يقوم المحلل في خطوة مستقلة بالحصول على قيم كل من ر،ع،ط وذلك حتى يمكنه تقدير المخرجات باستخدام النموذج.

وهناك الكثير من المحللين قليلى الخبرة الذين يعتقدون أن مجرد بناء النموذج هو الخطوة الأساسية في حل أي مشكلة بشكل رياضي. من هنا فإنهم يعتبرون أن خطوة إعداد البيانات والحصول عليها خطوة بسيطة وغير هامة ويمكن بالتالي تركها لكي يؤديها بعض الموظفين أو العاملين بالشركة. ولكن ذلك غير صحيح بالمرة خاصة إذا كانت المشكلة معقدة ومن النوع الذي تم التعبير عنه في نموذج يحتوي على العديد من المتغيرات البيئية. فمثل هذه النماذج تحتاج إلى العديد من البيانات. فعلى سبيل المثال، يحتاج النموذج المتوسط في مجال البرمجة الخطية والذي يحتوي على 50 متغير بيئي (قرار)، وعدد 25 قيداً إلى 1300 عنصر من عناصر البيانات. ومثل هذا المثال يوضح أهمية خطوة إعداد البيانات كمرحلة هامة في مراحل حل المشكلات باستخدام النماذج الرياضية. وتبرز هذه الأهمية من زاوية الوقت لإعداد مثل هذا الحجم من البيانات، كما تبرز أيضاً من خلال أهمية منع

حدوث أية أخطاء في هذه البيانات، والأثر الذي يمكن أن يكون علـــى نتـــائج النموذج إذا دخلت له بيانات غير صحيحة، أو غير دقيقة. وبشكل عـــام فـــإن النماذج الكمية واستخدامها في حل المشكلات الإدارية تحتاج إلى كم كبير مـــن البيانات أو المعلومات. ومن هنا تظهر أهمية ودور نظم المعلومات فـــي هـــذا المجال وبصفة خاصة في مرحلة إعداد البيانات.

4-**حل النموذج:** عقب تنمية النموذج الكمي المعبر عن المشكلة الإداريـــة، وعقب الانتهاء من عملية إعداد وجمع البيانات اللازمة لـــهذا النمـــوذج فـــإن المحلل عادة ما ينتقل إلى مرحلة حل هذا النموذج حلاً رياضياً. ويعنـــي حـــل النموذج أن يقوم المحلل بالوصول إلى تلك القيم الخاصـــة بمتغـــيرات القـــرار والتي تعطي أفضل مخرجات للنموذج. ومثل هذه القيم عادة ما يطلـــق عليـــها اسم الحل الأمثل للنموذج. فعن مثالنا الخاص بالإنتاج سنجد أن الحل المطلـــوب هو الوصول إلى عدد الوحدات الواجب إنتاجها من المنتج س والتي تؤدي إلـــى تعظيم الربح دون أن تحدث خلل أو مخالفة لحجم الطاقة الإنتاجية المتاحة.

وأحد الإجراءات المتاحة التي يمكن استخدامها بواسطة المحلل للوصـــول إلى حل للنموذج تتضمن قيامه بعملية المحاولة والخطـــأ والتـــي يقـــوم فيـــها باستخدام النموذج لاختيار وتقييم بعض القرارات البديلة. وفي مثالنا يعني ذلـــك أن يقوم المحلل باختيار وتقييم النموذج في ظل قيم تعبر عن عـــدد الوحـــدات المنتجة من المنتج س. فهنا يقوم المحلل بالتعويض عن قيم مختلفة للمتغـــير س ويقوم بحساب تأثير ذلك على كل من الربح والطاقـــة. ولـــو أن أحـــد القيـــم الموضوعية للمتغير لم تقابل أحد القيود الموجودة في النموذج فإنـــها ترفـــض ويقال أنها كمية غير ممكنة Infeasible وذلك بصرف النظر عن أثرها علـــى الربح (دالة الهدف). أما إذا كانت القيم تقابل كافة القيود الموجودة في النمـــوذج فإن هذه القيم يطلق عليها اسم القيمة الممكنة Feasible وهي تعتبر قيم محتملـــة

الاستخدام لتحقيق الهدف. ومن خلال المحاولة والخطأ مرة أخرى يتم الوصول إلى تلك القيمة إلى تحقق الهدف المطلوب (تعظيم أو تدنية). وعادة مـا يمثـل هذا الحل القرار الذي يقدمه المحلل الإداري أو متخذ القرار باعتبـاره أفضـل الحلول الممكنة. ويعبر الجدول رقم (1-2) عن مدخل المحاولة والخطـأ فـي حل مشكلة الإنتاج المستخدمة كمثال لنا. ومن هذا الجدول يتضح لنا أن الحـل الأمثل هو القيام بإنتاج 8 وحدات من المنتج س حيث يحقق ذلك أكـبر ربـح ممكن. وفي نفس الوقت لا تتجاوز الطاقة المطلوبة لإنتاجها الحجـم الكلـي للطاقة المتاحة.

وعلى الرغم من أن مدخل المحاولة والخطأ يعد مدخـلاً مقبـولاً ويقـدم معلومات كثيرة للمدير إلا أنه يعاني من بعض المشكلات أهمـها أنـه ليـس بالضرورة كافياً لتقديم أفضل الحلول، وأنه غير كفء من حيث عدد العمليـات الحسابية الكثيرة المطلوب القيام بها لو أن هناك العديد من متغـيرات القـرار داخل النموذج.

ولذا فإن هناك إجراءات تتعلق بحل النماذج الرياضية والتي تـم تنميتـها لكي تكون أكثر كفاءة من إجراءات المحاولة والخطأ. ومثل هـذه الإجـراءات سيتم عرضها في هذا الكتاب خلال التعرض للمواقف الإدارية المختلفة والتـي تستخدم فيها هذه النماذج الكمية.

جدول رقم (1-2): مدخل المحاولة والخطأ في حل مشكلة الإنتاج

القرارات البديلة	الربح المتوقع	إجمالي ساعات الإنتاج	هل هذا حلاً ممكناً؟ (الطاقة-40 ساعة)
صفر	صفر	صفر	نعم
2	20	10	نعم
4	40	20	نعم
6	60	30	نعم
8	80	40	نعم
10	100	50	لا
12	120	60	لا

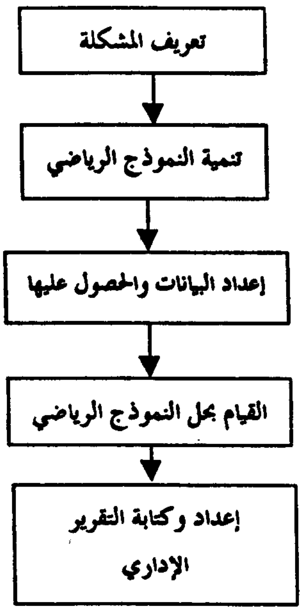
وعلينا أن نلاحظ أن خطوتى بناء النموذج وحله لا تعدان خطوتان مستقلتان. فبينما يرغب المحلل في بناء نموذجاً صحيحاً يعبر عن الواقع تعبيراً جيداً فإنه في نفس الوقت يرغب في أن يكون النموذج ذاته قابلاً للعمل. فلا معنى أن يتم عمل نموذج معقد يكون قريباً جداً من الواقع ولكنه في نفس الوقت يكون غير قابل للحل. ولهذا فإن المحللين عادة ما يفضلون تلك النماذج البسيطة سهلة الفهم والتي يكون من الممكن حلها.

ويعقب الوصول إلى الحل الأمثل للنموذج أن يحاول كل من المحلل والمدير معرفة إلى أي حد يعتبر الحل الذي توصل إليه المحلل حلاً جيداً. فعلى الرغم من أن المحلل يكون قد بذل كل ما في جعبته لكي يكون النموذج الذي يقوم ببنائه نموذجاً واقعياً فإن صحة النموذج ودرجة صدقه لا يمكن اختيارها والتعرف عليها إلا من خلال الحل الذي يتم الوصول إليه من خلال هذا النموذج. وعادة ما يتم اختبار النموذج عن طريق تجربته مع مشكلة خطيرة (تمثل جزءاً صغيراً من المشكلة الحالية) معروفة الحل من قبل أو على الأقل يكون حلها متوقعاً. فلو أن النموذج قد أنتج نفس الحل المعروف

المتوقع فإن ذلك يعني استخدام النموذج على نطاق المشكلة الكبيرة ككل. إمـا إذا لم يعط النموذج حلا مماثلا للحل المعروف أو المتوقع فإن ذلك معناه وجود أخطاء في النموذج ذاته تحتاج إلى تعديل يتمثل في القيام بتعديل النموذج ذاتـه، أو في البيانات المستخدمة في بناء النموذج.

5- **كتابة التقرير:** إن الخطوة النهائية في استخدام التحليل الكمي هو إعـداد التقرير الإداري والتي تبنى على أساس ما توصل إليها المحلل مـن حلـول. ويعد هذا التقرير من المعلومات الهامة للمدير عندما يقوم باتخاذ قراره النـهائي نحو المشكلة التي يواجهها. ومن هنا فإن نتائج التحليل الكمي لابد وأن تعـوض على المدير في صورة تقرير إداري يكتب بلغة سهلة وبسيطة يستطيع الإداري أن يقرأها ويفهمها. ويحتوي هذا التقرير على أفضل الحلول من وجهـة نظـر المحلل وأية معلومات ترتبط بالنموذج الكمي المستخدم يمكن أن يستفيد منـها متخذ القرار. ويلخص الشكل رقم (1-3) المراحل المتعلقـة بعمليـة التحليـل الكمي.

شكل رقم (1-3) مراحل التحليل الكمي



الفصل الثاني

أساسيات تحليل القرار واتخاذه

الفصل الثاني

أساسيات تحليل القرار واتخاذه

الأمر الذي لا شك فيه أننا جميعاً نقوم بعملية اتخاذ العديد من القـــرارات. ففي كل لحظة يتخذ الإنسان منا عدداً من القرارات والتي منها تلك القـــرارات التي تحدد مدى نجاح الفرد أو فشله. وتحليل القرار هو عبـــارة عـــن مدخـــل منهجي لدراسة عملية اتخاذ القرارات والذي يســـتخدم عـــدداً مـــن النمـــاذج الرياضية لمساعدة المدير في اتخاذه للقرارات بشكل أفضل. فأساسيات تحليـــل القرار إذن تقدم لنا نماذج كمية تساعد المدير في اتخـــاذه لأفضـــل القـــرارات الممكنة. فما هو الفرق بين القرار الجيد والقرار السيئ؟ إن القرار الجيد هـــو ذلك القرار المبني على المنطق، والذي يـــأخذ فـــي حســـبانه كافـــة البيانـــات والمعلومات المتاحة، والذي يعطي لكل البدائـــل المحتملـــة اهتمامـــاً، والـــذي يستخدم بعض الأساليب الكمية للمساعدة في تقييم هذه البدائل لاختيـــار البديـــل الأفضل.

الخطوات الست في تحليل القرار

تتمثل الخطوات الرئيسية في تحليل أي قرار بصرف النظر عـــن درجـــة أهميته في ست خطوات رئيسية وهي:

1- التحديد الواضح للمشكلة التي تواجه الشركة.

2- تنمية وتحديد البدائل الممكنة للتعامل مع المشكلة.

3- تحديد النتائج المحتملة للموقف والقرار Possible Outcomes.

4- ذكر الربح أو العوائد من كل بديل وكل نتيجة محتملة.

5- اختيار أحد نماذج نظرية القرار الرياضية.

6- تطبيق النموذج الذي تم اختياره واتخاذ القرار.

دعنا نأخذ مثالاً نوضح عليه هذه الخطوات الست. يعد السيد طلعت هو المؤسس لشركة طلعت لمنتجات الأخشاب وذلك منذ عام 1963. يواجه السيد طلعت اليوم مشكلة اتخاذ قرار بشأن إنتاج منتج جديد وهو منتج المنازل الجاهزة (الخطوة الأولى). ويرى السيد طلعت أن أمام الشركة ثلاث بدائل محتملة وهي:

1- إقامة مصنع جديد كبير الحجم (ذو طاقة إنتاجية كبيرة) وذلك في مدينة برج العرب الجديدة.

2- إضافة مصنع صغير الحجم (ذو طاقة إنتاجية محدودة) وذلك في مدينة العامرية.

3- عدم إقامة أي مصنع وعدم قيامه بإنتاج المنتج الجديد. (الخطوة الثانية).

وبالنسبة للموقف فإن النتائج المحتملة التي قررها السيد طلعت هي أن الناس سوف يفضلون المنتج الجديد ويقبلون على شرائه، أو أنهم لن يتقبلوه وبالتالي سوف لا يوجد طلب عليه في السوق (الخطوة الثالثة) وعادة ما يطلق على الموقف المحتمل في النهاية اسم State of Nature. ويرغب السيد طلعت في تعظيم ربحه من وراء قراره. ويرى أنه إذا وجد سوق يفضل المنتج الجديد يمكن أن يصل ربحه إلى 200,000جنيه. أما إذا كان السوق لا يفضل المنتج الجديد فإن الشركة يمكن أن تحقق خسارة قدرها 180,000 جنيه كخسارة صافية في حالة بنائها لنفس المصنع كبير الحجم. أما إذا قررت الشركة بناء مصنع محدود الطاقة وظهر أن السوق يفضل المنتج الجديد فسوف تحقق الشركة ربحاً صافياً قدره 100,000 جنيه، وتحقق خسارة صافية قدرها 20,000جنيه في حالة عدم تفضيل السوق للمنتج الجديد. وأخيراً فإن الشركة إذا

قررت عدم إقامة أي مصنع فإن الربح والخسارة يكــون صفــر فــي حــالتي السوق. وأسهل طريقة للتعبير عن القيم السابقة والتي يطلق عليها اســـم القيــم الشرطية Conditional Values (يعود هذا المسمى إلى حقيقة أساســـية هــي أن الشركة لا يمكنها أن تحقق ربحاً صافياً قــدره 200,000 جنيــه إلا إذا أقــامت مصنع كبير الحجم، وأيضاً كان السوق يفضل المنتج، وهكـــذا بالنســبة لبقيــة القيم). هو التعبير عنها في شكل جدول يطلق عليه اسم جدول القرار Decision Table، أو أحياناً ما يطلق عليه جدول العوائد payoff Table. ويظهر هذا فـــي الجدول رقم (2-1) (الخطوة الرابعة):

جدول رقم (2-1): جدول القرار مع وجود قيم شرطية

لشركة طلعت للمنتجات الخشبية.

البدائل	المواقف المحتملة	
	السوق يفضل المنتج	السوق لا يفضل المنتج
إقامة مصنع كبير الحجم	200,000	180,000 -
إقامة مصنع صغير الحجم	100,000	20,000 -
عدم إقامة أي مصنع	صفر	صفر

أما الخطوة الخامسة والسادسة فهي قيام الإداري باختيار ذلـــك النمــوذج الخاص بنظرية القرار وتطبيقه على البيانات السابقة لمساعدته في عملية اتخـاذ القرار الأفضل. وتتوقف عملية اختيار النموذج على تلك البيئة التي يتخذ فيــها القرار، وعلى درجة المخـــاطر، وعــدم التــأكد المصاحبــة لعمليــة اتخــاذ القرار ذاته.

أنواع البيئات الخاصة باتخاذ القرار:

إن نوع القرار الذي يأخذه الفرد عادة ما يتوقف على حجم وكمية المعلومات والمعرفة التي لديه عن الموقف الذي يتخذ فيه القرار. ووفقاً لذلك يمكننا التمييز بين ثلاثة من البيئات التي تؤخذ فيها القرارات.

النوع الأول: اتخاذ القرار في ظل التأكد التام:

في ظل هذه البيئة يعرف متخذ القرار على وجه التحديد كافة النتائج الخاصة بكل بديل من البدائل المطروحة أمامه. وبطبيعة الحال سيعمل متخذ القرار على اختيار ذلك البديل الأفضل والذي يعطي له أفضل النتائج الممكنة. على سبيل المثال دعنا نقول أنك تمتلك 1000 جنيه وترغب في استثمارها. البدائل المتاحة أمامك هو استثمار هذه الأموال في صورة وديعة بالبنك تعطي لك عائد سنوى 6% البديل الثاني هو استثمارها في أذونات الخزانة الحكومية والتي تعطي عائداً سنوياً قدره 10% ولو أن كل بديل نتائجه مضمونة 100% فإنك بالقطع سوف تختار البديل الثاني حيث يعطي لك هذا البديل عائداً أكبر.

النوع الثاني: اتخاذ القرار في ظل الخطر:

في هذه البيئة نجد أن متخذ القرار يعرف احتمالات حدوث كل موقف من المواقف المحتملة. فنحن نعرف على سبيل المثال أن الحصول على صورة إذا رمينا العملة المعدنية لأعلى هو 50%، وأن الحصول على رقم 5 في زهر الطاولة هو احتمال مقداره 6/1 وأن استخراج ورقة قلب حمراء من أوراق اللعب له احتمال مقداره 25%، وهكذا. في ظل هذه البيئة فإن متخذ القرار يحاول أن يعظم من القيمة المتوقعة Expected Value.

النوع الثالث: اتخاذ القرار في ظل عدم التأكد:

في ظل هذه البيئة نجد أن متخذ القرار لا يعرف حتى الاحتمالات الخاصة بحدوث موقف من المواقف الممكنة. فمثلاً ما هي احتمالات أن تصبح أنت رئيساً لمجلس الإدارة إحدى الشركات الناجحة؟!!

وإذا عدنا إلى مشكلة السيد طلعت دعنا ننظر إليها في ظل البيئة الأولى وهي بيئة التأكد التام. إذا فرض أن السيد طلعت على وجه اليقين قد علم أن السوق سيفضل المنتج الجديد، ثم سيوجد عليه طلب فماذا ينبغي على السيد طلعت أن يفعل؟ في ظل البدائل المتاحة (بناء مصنع كبير-بناء مصنع صغير-عدم بناء مصنع بالمرة) فإنه يتعين عليه أن يختار البديل رقم (1) وهو القيام ببناء مصنع جديد كبير الحجم في منطقة برج العرب الجديدة وذلك لأن هذا البديل يحقق له أكبر ربح (عائد) ممكن ومقداره 200,000 جنيه.

والواقع أن القليل جدا من المواقف التي يمكن في عالم الأعمال معرفتها بدرجة يقين كاملة مثل الحالة السابقة. ولكن الأمر الأكثر واقعية في الحياة العملية هو أن يتخذ المدير قراره في ظل الخطر Decision-making Under Risk. دعنا ننظر إلى هذه الحالة.

اتخاذ القرار في ظل الخطر:

يمثل هذا النوع من القرار القيام باتخاذ القرار بالاستناد إلى نظرية الاحتمالات، ولذا عادة ما يسمى بالقرارات الاحتمالية Probabilistic Decisions. وفي ظل هذه القرارات يكون هناك عدد من المواقف المحتملة والتي يمكن حدوثها ويحاول متخذ القرار فيها أن يعظم من القيمة المتوقعة. ومن أشهر أساليب تعظيم القيم المتوقعة تلك الطريقة التي تعرف باسم تعظيم القيمة النقدية المتوقعة Expected Monetary Value (EMV). ووفقاً لهذه الطريقة يتم اختيار ذلك البديل الذي يعطي أعلى قيمة نقدية متوقعة.

القيمة النقدية المتوقعة:

لو أنك حصلت على جدول العوائد الشرطية (مثل الجدول الخاص بشـركة السيد طلعت)، وكذلك على احتمالات حدوث كل موقف محتمل فـإنك سـوف تستطيع ببساطة شديدة حساب القيمة النقدية المتوقعة لكل بديـل مـن البدائـل المتاحة أمامك. ونحسب القيمـة النقديـة المتوقعـة عـن طريـق اسـتخدام المعادلة التالية:

القيمة المتوقعة للبديل ن =
(العائد الشرطي المحقق في الموقف المحتمل الأول) (احتمالات حدوث هذا الموقف المحتمل)
+ (العائد الشرطي المحقق في الموقف المحتمل الثاني)(احتمالات حدوث الموقف الثاني)+ ...
+ (العائد الشرطي المحقق في الموقف الأخير)(احتمالات حدوث هذا الموقف الأخير)

دعنا نقوم بتطبيق هذه المعادلة على حالة شركة السيد طلعت.بغـرض أن السيد طلعت يعتقد أن موقف حدوث تفضيل للمنتج في السوق له نفس احتمـال حدوث الموقف الثاني وهو عدم وجود تفضيل للمنتج في السـوق. بمعنـى أن احتمالات حدوث أياً من الموقفين يتساوى أي يصبح كل منهما مقـداره 50%. فما هو قرار السيد طلعت إذا استخدم طريقة أعلى قيمة نقديـة متوقعـة فـي اتخاذه للقرار؟

دعنا باستخدام المعلومات الواردة في الجدول السابق تطبيقه مـا يسـمى بالقيمة النقدية المتوقعة لكل بديل متاح أمام السيد طلعت:

- القيمة النقدية المتوقعة للمصنع الكبير =

(200,000) (50%) + (-180,000)(50%)= 10,000 جنيه.

- القيمة النقدية المتوقعة للمصنع الصغير =

(100,000)(50%)+ (-20,000)(50%)= 40,000جنيه.

- القيمة النقدية المتوقعة لعدم وجود مصنع =

(صفر)(50%) + (صفر)(50%)= صفر جنيه.

ويلاحظ أن أعلى قيمة نقدية متوقعة هي 40,000 جنيه والتي تنتج عن اختيار البديل الثاني. ويعني ذلك أن على السيد طلعت أن يقوم ببناء مصنع ذو طاقة إنتاجية محدودة في مدينة العامرية. ويمكن التعبير عن نتائج الحسابات السابقة للقيمة النقدية المتوقعة في صورة جدول كما يظهر في الجدول رقم (2-2).

جدول رقم (2-2): جدول القرار مع احتمالات حدوث المواقف المحتملة والقيمة النقدية المتوقعة لشركة طلعت للمنتجات الخشبية.

البدائل	المواقف المحتملة		القيمة النقدية المتوقعة
	السوق يفضل المنتج	السوق لا يفضل المنتج	
إقامة مصنع كبير الحجم	200,000	180,000-	10,000
إقامة مصنع صغير الحجم	100,000	20,000 -	40,000
عدم إقامة أي مصنع	صفر	صفر	صفر
احتمالات	%50	%50	

القيمة المتوقعة للمعلومات الكاملة:

لو أن أحد الخبراء في مجال البحوث قد اقترب من السيد طلعت صاحب الشركة واقترح عليه أن يقوم ببحث مكثف من خلاله يستطيع أن يؤكد له على وجه اليقين التام ما إذا كان السوق سوف يفضل منتجه أم لا. بمعنى أن تلك

المعلومات التي سوف يقدمها له هذا الخبير سوف تحول بيئة اتخاذ القرار في ظل الخطر إلى بيئة اتخاذ القرار في ظل التأكد التام. ومثل ذلك التغيير من الممكن أن يمنع وقوع خطأ في القرار الذي يمكن أن يتخذه السيد طلعت بشكل خاطئ. وقد طلب الخبير في مقابل هذه المعلومات المؤكدة مبلغ قدره 65000 جنيه فهل يقبل السيد طلعت هذا العرض؟ وإذا كنت أنت السيد طلعت ما هو المبلغ المناسب لمثل هذه المعلومات؟

والواقع أن عملية تحديد قيمة المعلومات الكاملة تعد عملية مفيدة جداً في مثل هذا الموقف. فعن طريق تحديد هذه القيمة يمكن للشركة أن تحدد الحد الأقصى لما يمكن أن تدفعه في مقابل المعلومات التي تحسن من قراراتها. وعلينا هنا أن نفرق بين مصطلحين هامين وهما القيمة المتوقعة للمعلومات الكاملة The Expected Value Perfect Information، والقيمة المتوقعة في ظل المعلومات الكاملة The Expected Value with Perfect Information. فكلا المفهومين يمكن أن يساعد السيد طلعت في اتخاذ قراره بشأن هذا البحث والمعلومات.

ومصطلح القيمة المتوقعة في ظل المعلومات الكاملة يشير إلى العائد المتوقع في الأجل الطويل لو أن الفرد لديه المعلومات الكاملة قبل قيامه باتخاذ القرار. ولكي يتم حساب هذه القيمة فنحن نقوم باختيار أفضل بديل في ظل كل موقف محتمل ثم نقوم بضرب العائد منه في احتمالات حدوث الموقف ذاته. ومن ثم فإن القيمة المتوقعة في ظل المعلومات الكاملة تساوي:

أفضل بديل في الموقف الأول المحتمل × احتمالات حدوث الموقف الأول
+ أفضل بديل في الموقف الثاني المحتمل × احتمالات حدوث الموقف الثاني +...
+ أفضل بديل في الموقف الأخير المحتمل × احتمالات حدوث الأخير)

أما القيمة المتوقعة للمعلومات الكاملة في النتائج المتوقعة في ظل المعلومات الكاملة مطروحاً منها الحد الأقصى للقيمة المتوقعة بدون هذه المعلومات.

القيمة المتوقعة للمعلومات	=	القيمة المتوقعة في ظل المعلومات الكاملة	-	القيمة المتوقعة بدون المعلومات (الحد الأقصى للقيمة النقدية المتوقعة)

وتمثل القيمة المتوقعة للمعلومات الكاملة الحد الأقصى الذي يمكن دفعه ثمناً للمعلومات الكاملة. دعنا نستخدم الجدول رقم (2-1) في حساب المفهومين السابقين ونحدد بعدها القيمة المتوقعة للمعلومات الكاملة:

1- حساب القيمة المتوقعة في ظل المعلومات الكاملة:

إذا نظرنا إلى الجدول رقم (2-1) سنجد أن أفضل بديل في الموقف المحتمل الأول هو إقامة مصنع كبير في ظل وجود تأييد وقبول السوق للمنتج الجديد أما بالنسبة للموقف المحتمل الثاني فإن أفضل بديل في هذا الموقف هو عدم القيام بأي شئ حيث أن العائد في ظل هذا الموقف هو "صفر"، ومن هنا فإن القيمة المتوقعة في ظل المعلومات الكاملة تساوي:

200,000 (50%) + (صفر)(50%) = 100,000

ومعنى هذا أننا لو اتخذنا القرار في ظل المعلومات الكاملة لحصلنا على 100,000 جنيه كمتوسط إذا تم تكرار هذا القرار عدة مرات أو أن هذه هي القيمة التي تحصل عليها إذا تم اتخاذ القرار في ظل المعلومات الكاملة.

2- حساب الحد الأقصى للقيمة النقدية المتوقعة:

كما يتضح من الجدول رقم (2-2) فإن الحد الأقصى للقيمة النقدية المتوقعة هي 40,000 وهي تمثل الحد الأقصى للعائد المتوقع عند اتخاذ القرار في ظل عدم وجود معلومات كاملة.

3- حساب القيمة المتوقعة للمعلومات الكاملة:

100,000 – 40,000 = 60,000 جنيه

ومن هنا فإن الحد الأقصى الذي يمكن للسيد طلعت أن يدفعه ثمناً للمعلومات الكاملة هو 60,000جنيه، ويلاحظ أن ذلك لازال متوقفاً على أن يكون احتمال حدوث كل موقف من الموقفين هو 50%. ووفقاً لهذه القيمة فإن على السيد طلعت أن يرفض عرض الخبير.

خسارة الفرصة البديلة:

إن أحد الطرق البديلة لحساب الحد الأقصى للقيمة النقدية المتوقعة هي القيام بحساب الحد الأدنى لخسارة الفرصة البديلة المتوقعة Expected Opportunity Loss (EOL). وخسارة الفرصة البديلة – والتي أحياناً ما يطلق عليه اسم الندم Regret، تشير إلى الفرق بين الربح أو العائد الأمثل والعائد أو الربح الذي تم الحصول عليه بالفعل. وبمعنى آخر هي المقدار من الأموال الذي تم خسارته نتيجة لضياع الفرصة الناشئة عن عدم القيام باختيار البديل الأمثل.

ويمكن التوصل إلى قيمة الحد الأدنى لخسارة الفرصة البديلة المتوقعة عن طريق عمل جدول يعرف باسم جدول الخسارة ومن خلاله يتم حساب خسارة الفرصة البديلة المتوقعة لكل بديل. دعنا ننظر إلى هذه العملية الحسابية.

الخطوة رقم (1):

إن الخطوة الأولى في حساب الحد الأدنى لخسارة الفرصة البديلة المتوقعة هو القيام بإعداد جدول الخسارة Loss Table. ويتم عمل هذا الجدول عن طريق حساب خسارة الفرصة البديلة والناشئة عن عدم اختيار أفضل بديل متاح في كل موقف من المواقف المحتمل وجودها أمام الشركة. ويمكن حساب خسارة

الفرصة البديلة لكل موقف من المواقف المحتملة عن طريق طرح النتائج المتوقعة في العمود الذي يمثل الموقف المحتمل من أعلى نتيجة موجودة في نفس هذا العمود. ففي مثالنا الخاص بشركة السيد طلعت نجد أن أفضل نتيجة في ظل الموقف المحتمل الأول وهو سوق يفضل المنتج الجديد هي 200,000 جنيه وذلك في حالة الأخذ بالبديل الخاص ببناء مصنع جديد كبير الحجم في منطقة برج العرب الجديدة. أما بالنسبة للموقف المحتمل الثاني وهو عدم تفضيل السوق للمنتج الجديد فإن أفضل نتيجة هي صفر وذلك في حالة اختيار البديل الخاص بعدم القيام بأي تصرف بالمرة. ويوضح الجدول رقم (2-3) حساب خسارة الفرصة البديلة لشركة السيد طلعت.

جدول رقم (2-3): حساب خسارة الفرصة البديلة لشركة السيد طلعت

السوق يفضل المنتج	السوق لا يفضل المنتج
200,000 - 200,000 = صفر	صفر - (-180,000) = 180,000
200,000 - 100,000 = 100,000	صفر - (-20,000) = 20,000
200,000 - صفر = 200,000	صفر - صفر = صفر

ومن هذا الجدول يمكن تحديد جدول خسارة الفرصة البديلة والتي تظهر في الجدول رقم (2-4).

جدول رقم (2-4): جدول خسارة الفرصة البديلة لشركة السيد طلعت

البدائل	المواقف المحتملة	
	السوق يفضل	السوق لا يفضل
إقامة مصنع كبير الحجم	صفر	180,000
إقامة مصنع صغير الحجم	100,000	20,000
عدم إقامة أي مصنع	200,000	صفر
الاحتمالات	%50	%50

الخطوة رقم (2):

القيام بحساب القيمة المتوقعة لخسارة الفرصة البديلة عن طريق ضـــــرب الاحتمالات الخاصة بكل موقف محتمل في قيمة الخسارة الموجودة في جـــدول خسارة الفرصة البديلة لكل بديل على حدة وبالتطبيق على شركة السيد طلعــت يمكن حساب القيمة المتوقعة لخسارة الفرصة البديلة كالتالي:

خسارة الفرصة البديلة المتوقعة للبديل الأول =

(50%)(صفر) + (50%)(180,000) = 90,000 جنيه.

خسارة الفرصة البديلة المتوقعة للبديل الثاني=

(50%)(100,000) + 50% (20,000) = 60,000جنيه.

خسارة الفرصة البديلة المتوقعة للبديل الثالث =

(50%) (200,000) + 50% (صفر) = 100,000 جنيه.

وباختيار الحد الأدنى لقيمة خسارة الفرصة البديلة المتوقعة وهـــي 60,000 جنيه فإن البديل الأفضل في هذه الحالة يصبح هو القيام ببناء مصنـــع صغـــير في مدينة العامرية. ويلاحظ أنه نفس القرار (البديـــل) الـــذي توصلنـــا إليـــه باستخدام مفهوم القيمة النقدية المتوقعة. ودائماً ما يتم الوصول إلى نفس البديـــل في حالة استخدام أياً من المفهومين. كذلك فإن القيمـــة المتوقعـــة للمعلومـــات الكاملة دائماً ما تساوي الحد الأدنى للقيمة المتوقعة لخسارة الفرصـــة البديلـــة. لاحظ أن القيمة المتوقعة للمعلومات الكاملة كانت 60,000 جنيه تماماً مثل الحـــد الأدنى للقيمة المتوقعة لخسارة الفرصة البديلة.

اتخاذ القرار في ظل عدم التأكد:

عندما يكون من الممكن وضع تقدير لاحتمالات حدوث كل موقـــف مـــن المواقف المحتمل للشركة أن تواجهها فإن القيمة النقديـــة المتوقعـــة، وكذلـــك حساب القيمة المتوقعة لخسارة الفرصة البديلة يكون أمراً مناسباً. ولكن عندمـــا لا يستطيع المدير أن يقرر مثل هذه الاحتمالات للمواقـــف المحتمـــل حدوثـــها ومواجهتها بواسطة الشركة وذلك عند درجة ثقة عالية، أو عندمـــــا لا يكـــون هناك أية بيانات تتعلق بهذه الاحتمالات بالمرة فلابـــد مـــن اســـتخدام بعـــض المعايير الأخرى في اتخاذ القرار وذلك بدلاً من معايير القيمة النقدية المتوقعـــة أو قيمة خسارة الفرصة البديلة. وتعرف مثل هذه الحالـــة التـــي يغيـــب فيـــها الاحتمالات الخاصة بحدوث كل موقف باسم اتخاذ القرار في ظل عدم التـــأكد. وهناك عدد من المعايير التي يمكن للمدير (متخذ القرار) استخدامها في ظـــل هذه الحالة وهي:

1- أكبر قيمة للحدود القصوى Maximax.

2- أكبر قيمة للحدود الدنيا Maximini.

3- الاحتمالات المتساوية Equallylikely.

4- معيار الواقعية Criterion of Realism.

5- أقل قيمة للحدود القصوى Minimax.

وفيما يتعلق بالمعايير الأربعة الأولى فهي معايير يمكن حســـابها مباشـــرة من جدول القرار (جدول رقم 2-1). أما بالنسبة لمعيار أقـــل قيمـــة للحـــدود القصوى فإنه عادة ما يتطلب استخدام جدول خسارة الفرصة البديلـــة (جـــدول رقم 2-4). دعنا الآن نطبق هذه المعايير الخمسة على شركة السيد طلعت مـــع الأخذ في الحسبان أنه لا يوجد لدينا الآن أية احتمالات تتعلق بحدوث الموقفيـــن المحتمل مواجهتهما بواسطة الشركة.

1- معيار أكبر قيمة للحدود القصوى Maximax:

وفقاً لهذا المعيار فإن متخذ القرار يقوم باختيار ذلك البديل الذي يؤدي إلى تعظيم النتائج لكل بديل. ولذا فهو يختار أكبر قيمة (نتيجة) في كل بديل متاح أمامه ثم بعد ذلك يختار ذلك البديل صاحب أكبر رقم (قيمة) على الإطلاق. وحيث أن هذا المعيار يختار أكبر القيم الخاصة بنتائج كل بديل فقد أطلق عليه اسم معيار القرار التفاؤلي Optimistic Decision Criterion. ويوضح الجدول رقم (2-5) تطبيق هذا المعيار على مثالنا الخاص بشركة السيد طلعت.

جدول رقم (2-5): تطبيق معيار أكبر قيمة للحدود القصوى على شركة السيد طلعت

البدائل	المواقف المحتملة		الحد الأقصى في السوق
	السوق يفضل المنتج	السوق لا يفضل المنتج	
إقامة مصنع كبير الحجم	200,000	-180,000	200,000
إقامة مصنع صغير الحجم	100,000	-20,000	100,000
عدم إقامة أي مصنع	صفر	صفر	صفر

ويلاحظ من الجدول أننا قمنا أولاً باختيار أكبر قيمة في الصف والتي تمثل أكبر نتيجة في ظل نفس البديل ثم بعد ذلك قمنا باختيار أكبر قيمة في الحدود القصوى لكل بديل وهي 200,000 جنيه. ويعني ذلك قيام السيد طلعت ببناء مصنع كبير في منطقة برج العرب الجديدة؟ ويلاحظ أن هذا الاختيار هو اختيار متفائل إلى حد كبير حيث افترض أن السوق سوف يفضل المنتج ويستطيع أيضاً أن يستوعب إنتاج بحجم كبير بما يحقق للشركة عائداً قدره 200,000 جنيه.

2- معيار أكبر قيمة في الحدود الدنيا Maximini

هذا المعيار يختار ذلك البديل الذي يعطي أكبر قيمة ممكنة وذلك للحدود الدنيا الخاصة بقيم أو نتائج كل بديل على حدة. ولذا فإن متخذ القرار وفقاً لهذا المعيار يختار أولاً أقل القيم أو النتائج المتعلقة بكل بديل ثم يختار من بين هذه البدائل أكبرها على الإطلاق. ونظراً لاعتماد هذا البديل على اختيار أقل النتائج أو القيم المتوقعة في كل بديل فإنه عادة ما يطلق من هذا المعيار اسم معيار القرار التشاؤمي Pessimistic Decision Criterion. دعنا نطبق هذا المعيار على شركة السيد طلعت.

جدول رقم (2-6): تطبيق معيار أكبر قيمة في الحدود الدنيا على شركة السيد طلعت

البدائل	المواقف المحتملة		الحد الأدنى
	السوق يفضل المنتج	السوق لا يفضل المنتج	
إقامة مصنع كبير الحجم	200,000	180,000-	180,000-
إقامة مصنع صغير الحجم	100,000	20,000 -	20,000-
عدم إقامة أي مصنع	صفر	صفر	صفر

ويلاحظ في الجدول رقم (2-6) أننا قمنا أولاً باختيار أقل قيمة في كل صف على حدة ثم قمنا باختيار أكبر قيمة في هذه القيم الدنيا وهي صفر. ويعني ذلك أن البديل الأمثل للسيد طلعت هو عدم قيامه بأي تصرف على الإطلاق.

3- معيار الاحتمالات المتساوية Equally Likely:

يطلق على هذا المعيار أيضاً اسم معيار لابلس Laplace والذي وفقاً له يقوم متخذ القرار باختيار ذلك المتوسط الأعلى من بين تلك المتوسطات الخاصة بكل بديل على حدة. ولذا وفقاً لهذا المعيار فإن متخذ القرار يقوم

بحساب المتوسط الخاص بالنتائج المتعلقة بكل بديل أولاً ثم بعد ذلك يختار أكبر هذه المتوسطات على الإطلاق. ويتم حساب المتوسط الخاص بكل بديل على حده عن طريق جمع قيم نتائج هذا البديل وقسمة هذا المجموع على عدد النتائج ذاتها. ويفترض هذا المعيار أن احتمالات حدوث كل موقف من المحتمل للشركة أن تواجه هي احتمالات متساوية. ويمكننا أن نطبق هذا المعيار على مثال شركة السيد طلعت كما يظهر في الجدول رقم (2-7).

جدول رقم (2-7): تطبيق معيار الاحتمالات المتساوية على شركة السيد طلعت

البدائل	المواقف المحتملة		متوسط كل صفر
	السوق يفضل المنتج	السوق لا يفضل المنتج	
إقامة مصنع كبير الحجم	200,000	180,000-	10,000
إقامة مصنع صغير الحجم	100,000	20,000 -	40,000
عدم إقامة أي مصنع	صفر	صفر	صفر

ويلاحظ من الجدول رقم (6-7) أننا قمنا بحساب متوسط البديل أولاً كالتالي:

بناء مصنع كبير الحجم = $\frac{200,000+(-180,000)}{2} = \frac{20,000}{2} = 10,000$

بناء مصنع صغير الحجم = $\frac{100,000+(-20,000)}{2} = \frac{80,000}{2} = 40,000$

عدم القيام بأي تصرف $\frac{\text{صفر + صفر}}{2}$ = صفر

وقد قمنا بعد ذلك باختيار أكبر متوسط وهو 40,000 جنيه. ويعنى أن على الشركة أن تقوم ببناء مصنع صغير الحجم للمنتج الجديد.

4- معيار الواقعية Criterion of Realism:

عادة ما يطلق على هذا المعيار اسم الوسط المرجح حيث أن هذا المعيار يوفق بين المدخل المتفائل والمدخل المتشائم في اتخاذ القرار. وبفرض استخدام هذا المعيار استخدام هذا المعيار فإن أول خطوة تتمثل في اختيار معيار الواقعية والذي يعبر عنه بمعامل α فإذا كان قريباً من القيمة 1 فإن متخذ القرار يكون متفائلاً في قراره حول المستقبل. أما إذا كان المعامل قريباً من القيمة صفر فإن متخذ القرار يكون متشائماً فيما يتعلق بالمستقبل. والميزة التي يقدمها لنا هذا المعيار هو أنه يمكن متخذ القرار من أن يعكس رؤيته وإحساسه الشخصي حول قضية التفاؤل والتشاؤم في القرار. ويتم حساب قيمة معيار الواقعية عن طريق استخدام المعادلة التالية:

قيمة المعيار = α (القيمة القصوى في الصف) + (1−−α) (القيمة الدنيا في الصف)

بفرض أن السيد طلعت قد وضع معامل الواقعية α عند 0.8 دعنا نقوم بتطبيق هذا المعيار على موقف الشركة.

جدول رقم (2−8): تطبيق معيار الواقعية على شركة السيد طلعت.

البدائل	المواقف المحتملة		معيار الواقعية أو المتوسط المرجح (α=0.8)
	السوق يفضل المنتج	السوق لا يفضل المنتج	
إقامة مصنع كبير الحجم	200,000	180,000-	124,000
إقامة مصنع صغير الحجم	100,000	20,000 -	76,000
عدم إقامة أي مصنع	صفر	صفر	صفر

ويلاحظ من الجدول رقم (2−8) أننا أولا قمنا بحساب القيمة الخاصة بكل بديل عن طريق حساب المتوسط المرجح باستخدام المعادلة السابقة كالتالي:

بناء مصنع كبير الحجم = (0.8)(200,000) + (0.2)(-180,000)

= 160,000 – 36,000 = 124,000

بناء مصنع صغير الحجم= (0.8)(100,000) + (0.2)(-20,000)

= 80,000 – 4,000 = 76,000

عدم القيام بأي تصرف = (0.8) (صفر) + (0.2)(صفر)

= صفر

5- معيار الحد الأدنى للحدود القصوى Minimax:

قلنا من قبل أن هذا المعيار هو معيار مبنى على مفهوم خسارة الفرصة البديلة السابق الإشارة إليه. وفقاً لهذا المعيار فإن متخذ القرار يقوم باختيار ذلك البديل الذي يمثل أقل قيمة في القيم القصوى الخاصة بخسائر الفرصة البديلة. ولذا فإنه وفقاً لهذا المعيار يقوم أولاً باختيار أكبر قيم للخسائر المتعلقة بالفرصة البديلة وذلك لكل بديل على حدة، ثم يقوم بعد ذلك باختيار ذلك البديل الذي يعطي أقل قيمة قصوى من الخسائر. ويوضح الجدول رقم (2–9) تطبيق هذا المعيار على مثالنا الخاص بشركة السيد طلعت.

جدول رقم (6–9): تطبيق معيار الحد الأدنى للحدود القصوى على شركة السيد طلعت

البدائل	المواقف المحتملة		القيمة القصوى في الصف
	السوق يفضل المنتج	السوق لا يفضل المنتج	
إقامة مصنع كبير الحجم	صفر	180,000	180,000
إقامة مصنع صغير الحجم	100,000	20,000	100,000
عدم إقامة أي مصنع	200,000	صفر	200,000

ويلاحظ من الجدول رقم (2–9) أننا اعتمدنا فيه على القيم المتوقعة لخسارة الفرصة البديلة والتي تظهر في الجدول السابق رقم (2–4) ثم إننا قمنا

باختيار أكبر قيمة على مستوى كل بديل (صف) على حدة. ثـــم عقـــب ذلـــك اختيار أقل قيمة في عمود القيمة القصوى للصف وهي 100,000. ويعنى ذلـــك الاختيار أن على الشركة أن تقوم ببناء مصنع صغير الحجم بالنســـبة لإنتـــاج المنتج الجديد.

تمارين على الفصل الثاني

1- تفكر السيدة سعاد والسيدة سمية في فتح مكتب لطباعة وتصوير أوراق الطلبة وذلك في متجر أمام كلية التجارة. ويوجد أمامها ثلاث استراتيجيات بديلة. الاستراتيجية الأولى هي أن القيام باستثمار مبلغ من المال في شراء حاسب آلي شخصي ذو قيمة عالية نسبياً مع طابعة ليزر والتي تقوم بطباعة عالية الجودة. وفي ظل هذه الاستراتيجية يتحقق ربحاً صافياً قدره 10.000 جنيه خلال العامين القادمين لو أن السوق كان مشجعاً وأقبل الطلاب على خدمات المكتب، ولكن إذا كان السوق غير مشجع فسوف تحدث خسارة قدرها 8000جنيه. الاستراتيجية الثانية هي قيامهما بشراء نظام حاسب آلي شخصي أقل تكلفة والذي في ظله يمكن تحقيق ربحاً قدره 8000 جنيه لو كان السوق مشجعاً، وتحقيق خسارة قدرها 4000 جنيه لو كان السوق غير مشجعاً. أما الاستراتيجية الأخيرة فهي عدم قيامهما بأي استثمار على الإطلاق. فإذا علمت أن السيدة سعاد هي سيدة متفائلة بطبيعتها، بينما السيدة سمية هي سيدة متشائمة. فالمطلوب:

(أ) ما هو القرار الذي يمكن أن تنتهي إليه السيدة سعاد؟ وما هو القرار الذي يمكن أن تصل إليه السيدة سمية؟

(ب) لو أن كل من السيدة سمية والسيدة سعاد يرون أن المخاطر واحدة في كلا الموقفين فما هو المدخل الواجب عليهما استخدمه؟ وما هو القرار الذي سيصلا إليه في هذه الحالة؟

2- يفكر السيد وليد مصطفى في فتح محل جديد لملابس السيدات في منطقة لوران. وهناك ثلاثة بدائل يفكر فيها السيد وليد. الأول هو القيام بفتح محل صغير نسبياً، والثاني هو القيام بفتح محل متوسط الحجم، أما البديل

الأخير فهو عدم القيام بأي استثمار بالمرة. أما فيما يتعلق بمواقف السوق المحتملة فهي يمكن أن تكون وجود سوق جيد، أو متوسط، أو سيئ. وتتمثل الاحتمالات الخاصة بالمواقف الثلاثة على التوالي في الآتي: جيد احتمال قدره 0.2 واحتمالات سوق متوسط هي 0.5 وأخيراً احتمالات سوق سيئ هي 0.3 ويعبر الجدول التالي عن الربح والخسارة الصافية لكل بديل من البدائل في ظل المواقف الثلاثة المحتملة للسوق، فما هو التصرف الذي يمكن أن توصي به السيد وليد في هذه الحالة؟

البدائل	المواقف المحتملة		
	سوق جيد	سوق متوسط	سوق سيئ
محل كبير الحجم	75.000	25.000	40.000-
محل متوسط الحجم	100.000	35.000	60.000-
عدم القيام بالاستثمار	صفر	صفر	صفر
الاحتمالات	0.20	0.50	0.30

3- يفكر أحد المديرين في إحدى شركات البترول في شراء بعض المعدات الإضافية وذلك لزيادة حجم الإنتاج من أحد منتجاته في السوق. ويعبر الجدول التالي عن البدائل المتاحة أمام هذا المدير، وكذلك المواقف المحتملة لزيادة الإنتاج من وجهة نظر السوق:

المعدات	سوق تفضل المنتج	سوق لا تفضل المنتج
(أ)	300.000	200.000 -
(ب)	250.000	100.000 -
(ج)	75.000	18.000 -

ويعد هذا المدير من النوع المتفائل للغاية في قراراته. المطلوب:

(أ) ما هو نوع القرار الذي يواجهه هذا المدير؟

(ب) ما هو المعيار الذي سوف يأخذ به هذا المعيار؟

(ج) ما هو أفضل بديل وفقاً لهذا المعيار الذي تم اختياره في السؤال(ب)؟

4- لو أن رئيس مجلس الإدارة للشركة السابقة في التمرين رقم (3) قام بمراجعة قرار المدير وكان هذا الرئيس من النوع المتشائم فهل تعتقد أنه سيصل إلى قرار مختلف؟ ما هو المعيار الذي سوف يستخدمه هذا الرئيس؟ وما هو البديل الأفضل الذي سوف يصل إليه؟

5- في المسألة رقم (3) لو أن أحد المحلات المتخصصة في مجال البترول قامت بنشر بعض المعلومات عن سوق المنتجات البترولية وقررت المجلة أن احتمالات وجود سوق يفضل منتجات البترول التي سوف تنتجها الشركة بالمعدات الجديدة هي 70%، بينما احتمالات وجود سوق لا يفضل هذه المنتجات لا يتعدى 30%، فما رأيك الآن:

(أ) ما هو المعيار الواجب استخدامه في هذه الحالة؟

(ب) ما هو القرار المثالي في هذا الموقف؟

6- يتفاخر السيد محمود دائماً باستراتيجيته الاستثمارية الشخصية وهو في الحقيقة قد نجح في تنمية ومضاعفة مقدار أمواله في السنتين الأخيرتين فقط. ويتركز استثمار السيد محمود أساساً في سوق الأسهم. وفي الثلاثة شهور الأخيرة أصبح السيد محمود غير مستريح للاستثمار في هذا السوق حيث حصل تغير في هذا السوق عبر هذه الشهور الثلاثة. ولذا فهو يفكر حالياً بين استثمار مبلغ قدره 10.000 جنيه في سوق الأسهم أو استثماره في أحد ودائع البنوك والتي تعطي له فائدة مقدارها 9%. ويعتقد السيد محمود أن سوق الأسهم لو كان جيداً فإنه سوف يحقق عائداً قدره 14%،

أما إذا كان السوق معتدلاً فإنه يتوقع أن يحقق 8%، أما إذا كان السوق سيئاً فإنه لا يتوقع الحصول على عائد على الإطلاق بمعنى أن معدل العائد سيكون في مثل هذا الموقف صفر%، ويقدر السيد محمود احتمالات السوق الجيد بمقدار 0.4، واحتمالات السوق العادي (المعتدل) بمقدار 0.4 أيضاً، أما احتمالات وجود سوق سيئ فهي 0.2 والمطلوب:

(أ) قم بتنمية جدول القرار لهذه المشكلة.

(ب) ما هو أفضل قرار؟

7- يفكر السيد عطية في التوسع في مصانعه التي تنتج لحوم معلبة وتتمثل البدائل والمواقف والنتائج المحتملة أمام السيد عطية في الجدول التالي:

البدائل	المواقف المحتملة	
	السوق يفضل المنتج	السوق لا يفضل المنتج
إقامة مصنع كبير الحجم	400.000	300.000 -
إقامة مصنع صغير الحجم	80.000	10.000 -
عدم إقامة أي مصنع	صفر	صفر
احتمالات السوق	0.4	0.6

والمطلوب:

(أ) قم بعمل جدول يوضح قيم خسارة الفرصة البديلة لهذه المشكلة.

(ب) قم بتحديد القيمة المتوقعة لخسارة الفرصة البديلة والاستراتيجية المثلى للسيد طلعت.

(ج) ما هي القيمة المتوقعة للمعلومات الكاملة؟

8- يفكر أحد المستثمرين في مجال العلاج الطبي في بناء جناح في المستشفى الذي يمتلكه بمدينة الإسكندرية. ويقارن المستثمرين بين بناء جناح كبير

الحجم، أم جناح صغير الحجم، أو عدم قيامه ببناء أي جناح جديد على الإطلاق. ويعتقد هذا المستثمر أنه لو استمرت معدلات الزيادة السكانية في الإسكندرية كما هي الآن فإن العائد الذي يمكن أن يحققه الجناح الكبير سنوياً هو 150.000 جنيه، أما إذا كان الجناح الجديد صغير الحجم واستمرت معدلات الزيادة السكانية كما هي فإن العائد السنوي سيكون 60.000جنيه. أما إذا استمر السكان كما هم بدون زيادة فإن المستشفى سوف تعاني خسارة قدرها 85.000 جنيه إذا تم بناء جناح كبير الحجم وخسارة قدرها 45.000 إذا قامت المستشفى بإضافة جناح صغير. وللأسف الشديد فإن رجل الاستثمار ليس لديه أي معلومات عن احتمالات زيادة السكان أو بقائهم كما هم. المطلوب:

(أ) ما هو نوع مشكلة القرار الذي يواجه هذا المستثمر؟

(ب) القيام بعمل جدول القرار لهذه المشكلة.

(ج) باستخدام معيار الاحتمالات المتساوية قم بتحديد أفضل بديل لهذه المشكلة.

9- في المسألة رقم (7) لو أن السيد محمود علم بوجود منشور دوري يصدر عن أسواق الأسهم ويعطي له معلومات مؤكدة عن طبيعة السوق المتوقعة بحيث سوف تحدد هذه المعلومات ما إذا كان السوق سيكون جيداً، أم معتدلاً، أم سيئاً. وذلك على وجه التعيين.

(أ) ما هو أقصى مبلغ يمكن للسيد محمود أن يدفعه في سبيل الحصول على هذه المعلومات؟

(ب) لو أن السيد محمود قد علم الآن أن الاستثمار في سوق الأسهم لن يعطيه إلا عائداً مقداره 11% بدلاً من 14% فهل مثل هذا التغيير في

معدل العائد يمكن أن يغير من الحد الأقصى الذي يمكنه أن يدفعه للحصول على المعلومات والذي تم تحديده في السؤال (أ)؟ إذا كانت إجابتك "بنعم" قم بتحديد الحد الأقصى الذي يمكن دفعه في مثل هذه الحالة.

10- في المسألة رقم (8) لو أن أحد الخبراء الذين استخدمهم المستثمر نصحه باستخدام معيار الواقعية في تحديد البديل الأفضل، كما أشار عليه بأن يستخدم في هذه الحالة معامل الواقعية () يساوي 0.75 المطلوب:

(أ) قم بعمل جدول القرار لهذه المشكلة.

(ب) باستخدام معيار الواقعية ما هو أفضل قرار يمكن اتخاذه؟

(ج) هل كان قرار الخبير باستخدام معيار الواقعية مختلفاً عن قرار المستثمر ذاته؟

11- أمام السيد توفيق ثلاثة طرق يسلكها إلى عملة الذي يقع في العجمي. إما استخدام طريق المنشية، أو استخدام الطريق الصحراوي، أو مزيج منهما. وتعد مشكلة ازدحام المرور هي المحدد الرئيسي لاختيار السيد توفيق للطريق الذي عليه أن يسلكه للذهاب إلى عمله. قد أخضع السيد توفيق هذه الطرق الثلاثة للدراسة على مدار الشهر الماضي وقام بتسجيل الوقت المستغرق في كل طريق ووفقاً لحالات المرور المختلفة. ويعبر الجدول التالي عن هذه المعلومات:

البدائل	المواقف المحتملة		
	لا ازدحام في المرور	ازدحام بسيط في المرور	ازدحام شديد في المرور
الطريق الصحراوي	15	30	45
طريق المنشية	20	25	35
مزيج	30	30	30

وفي الشهرين السابقين (60 يوماً) قابل السيد توفيق الازدحام الشديد لمدة10 أيام، والازدحام المتوسط لمدة 20 يوماً والباقي لم يكن هناك ازدحاماً في المرور. المطلوب:

(أ) قم بتنمية جدول القرار لهذه المشكلة؟

(ب) ما هو الطريق الذي يجب على السيد توفيق أخذه إلى عمله في ضوء هذه المعلومات؟

(ج) إذا أتيح للسيد توفيق معلومات تؤكد له درجة ازدحام الطريق لعمله فما هو مقدار الوقت الذي يمكن أن يوفره (في المتوسط) بالحصول على هذه المعلومات.

الفصل الثالث

شجرة القرارات، ونظرية المنفعة،
واتخاذ القرار في ظل مجموعة من العوامل المتعددة

الفصل الثالث

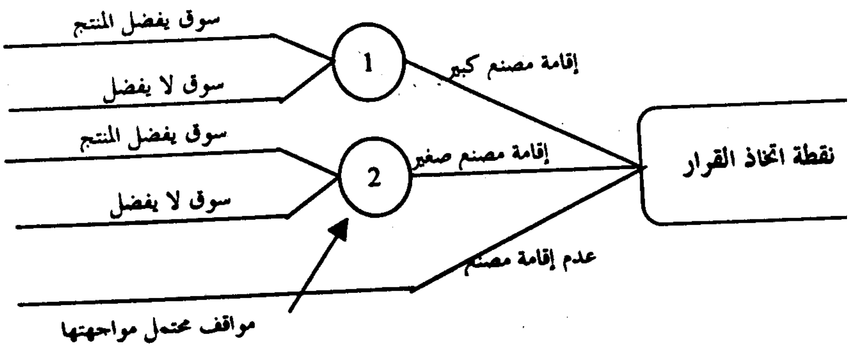
شجرة القرارات، ونظرية المنفعة، واتخاذ القرار في ظل مجموعة من العوامل المتعددة

في الفصل السابق عرضنا لتلك المشكلات التي يوجد بها عدد محدود من البدائل وكذلك عدد محدود من المواقف المحتمل مواجهتها بواسطة الشوكات. واتضح لنا من العرض السابق أن مثل هذه المشكلات يمكن حلها عن طريق استخدام جدول القرار. أما في هذا الفصل فنحن نتعامل مع المشكلات ذات البدائل المتعددة وكذلك الحالات المتعددة المحتمل مواجهتها. وفي ظل هذا الموقف يتعامل متخذ القرار مع عدد من الأساليب أهمها أسلوب شجرة القرارات، ونظرية المنفعة.

شجرة القرارات Decision Tree:

إن أي مشكلة يمكن صياغتها في صورة جدول قرارات يمكن أيضاً تصويرها في صورة شجرة قرارات. وللتدليل على ذلك دعنا نأخذ نفس المشكلة التي قدمناها في الفصل السابق وهي مشكلة شركة السيد طلعت ونقوم بتصويرها في صورة شجرة القرارات. لعلك تتذكر من الفصل السابق أن مشكلة السيد طلعت تمثلت في اتخاذ قرار إما ببناء مصنع كبير الحجم في منطقة برج العرب الجديدة، أو إقامة مصنع صغير الحجم في منطقة العامرية، أو عدم بناء مصنع بالمرة. كما أن الحالات المحتملة التي قد تواجهها الشركة هي إما وجود تفضيل لدى المستهلكين للمنتج المزمع انتاجه، أو عدم وجود تفضيل. إن الشكل رقم (3-1) يعبر عن تصوير هذه المشكلة في صوزة شجرة القرارات.

شكل رقم (3-1): شجرة القرارات لمشكلة السيد طلعت



لاحظ من الشكل أن الشجرة تمثل القرارات والنتائج المحتملة في صورة . فأولاً يقرر السيد طلعت إذا كان سيبني مصنعاً كبيراً، أم صغيراً، أو مة أي مصنع بالمرة. ثم بعد اتخاذ هذا القرار تظهر المواقف المحتمل ها والنتائج المترتبة على كل بديل وكل موقف على حدة. وعادة ما يتم عن هذه الشجرة عن طريق استخدام رموز لكل نقطة اتخاذ القرار، لمواقف المحتمل مواجهتها وذلك على النحو التالي:

تمثل القرار وهي النقطة التي يتم عندها اختيار لواحد من البدائل المتعددة والمتاحة أمام الشركة.

نقطة المواقف المحتملة والتي يعبر عن أحد المواقف المحتمل للشركة أن تواجهها بعد اختيارها للبديل.

ب تحليل المشكلة باستخدام مدخل اتخاذ القرار المرور بخمس اسية وهي:

تعريف المشكلة.

رسم وتصوير الشجرة.

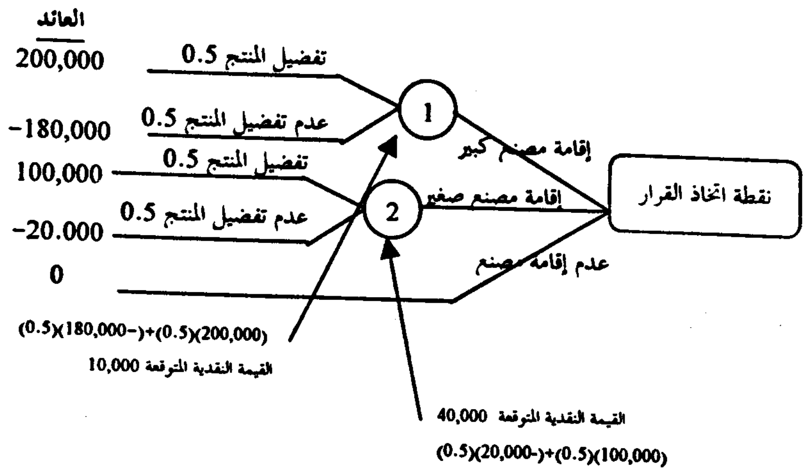
3- تحديد الاحتمالات الخاصة بكل موقف من المحتمـــل أن يواجهــه متخذ القرار.

4- القيام بتقدير النتائج المحتملة في ظل بديل وموقف محتمل معين.

5- حل المشكلة عن طريق حساب القيمة النقدية المتوقعة EMV لكـــل موقف من المواقف المحتمل مواجهتها. ويتم الحساب عن طريـــق الحساب من الخلف إلى الأمام أو من اليسار (نهاية الشجرة) إلـــى اليمين (أول الشجرة).

ويمكننا الآن أن نضيف كافة البيانات على شـــجرة القـــرارات المتعلقـــة بشركة السيد طلعت والتي تظهر لنا في الشكل رقم [3-2].

شكل رقم (3-2): شجرة القرارات الكاملة لمشكلة شركة السيد طلعت والحل الخاص بها.



ويلاحظ مـــن الشـــكل رقـــم [3-2] أن القيمـــة المتوقعـــة للبديـــل الأول هي 10,000 جنيهاً بينما تبلغ القيمة المتوقعة للبديل الثاني 40,000 جنيـــه. أمـــا بالنسبة للبديل الثالث فالشكل يبين أنها تساوي صفراً. وعادة ما يتم اختيار ذلك الفرع من الشجرة الذي يمثل الموقف المحتمل الذي يعطي أكبر قيمـــة نقديـــة متوقعة. ففي رسمنا يلاحظ أن ذلك الفرع هو الفرع الـــذي يمثـــل الموقـــف

المحتمل الثاني (رقم(2)) وليس الموقف الأول حيث يعطي هذا الفـــرع قيمــة نقدية متوقعة أعلى من الموقف الأول وقدرها 40,000 جنيه. ويعني ذلك البديل الواجب الأخذ به بواسطة شركة السيد طلعت هو القيام ببناء مصنـــع صغـــير الحجم حيث أن هذا البديل هو البديل الذي يقود إلى الموقف المحتمل صـــاحب القيمة النقدية المتوقعة الأكبر في الشكل.

وعندما يكون هناك عدد من القرارات المتتابعة Sequential Decisions فـإن شجرة القرارات تصبح أكثر فائدة في استخدامها في اتخاذ القرار وذلك مقارنة باستخدام جداول القرار. ولتوضيح هذا الأمر دعنا نفترض أن السيد طلعـــت عليه أن يتخذ قرارين، وأن القرار الثاني يعتمد على نتائج القرار الأول. فقبـل أن يقرر السيد طلعت أن يبني مصنعاً جديداً فإن لديه الخيار بالقيـــام ببحـث مسحي للسوق والذي يكلفه 10,000 جنيه. والمعلومات التي تأتي من خلال هذا البحث سوف تساعده في اتخاذ القرار الخاص ببناء أو عدم بناء مصنعاً جديـداً سواء كان قرار البناء لمصنع كبير أو لمصنع صغير. ويعتقد السيد طلعـت أن هذا البحث لن يوفر له المعلومات الكاملة ولكنها معلومات يمكنها أن تحسن من جودة قراره بشأن المصنع الجديد. ويرى السيد طلعت أن هناك فرصة قدرهـا 45% بأن تأتي الدراسة بنتيجة مشجعة. وقد قام السيد طلعت بزيارة الخبـــير الاستشاري الذي يتولى الإشراف على الدراسة المسحية والذي ذكـــر لـــه أن الدراسة يمكن أن تأتي إما بنتيجة إيجابية (مشجعة) أو بنتيجة ســـلبية (غـير مشجعة)، وأن كل المنتجات التي وجدت قبولاً في السوق وجد فـــي مقابلـــها 70% من الدراسات الإيجابية التي نجحت بالفعل في التنبـــؤ بقبـــول الســـوق للمنتج، وفي المقابل فإن هناك 30% من الدراسات السلبية التي تنبـــأت بعـــدم قبول السوق للمنتج، ولكن السوق في الواقع العملي تقبلـــها. وعلـــى الجـــانب الآخر فإن 80% من الدراسات ذات النتائج السلبية قد نجحت بالفعل في التنبـــؤ بعدم قبول السوق للمنتج، بينما 20% منها فقط ذكر أن النتيجة ستكون إيجابيـــة

ولكن المنتج لم يجد قبولاً بالفعل في السوق. والآن دعنا نقوم بالإعداد لرسم شجرة القرار في ظل هذه المعلومات الجديدة.

تدريب رقم 3-1

□ لحظة من فضلك:

هل يمكنك حل هذا التدريب؟

قامت إحدى محطات التليفزيون بإنتاج مسلسل عربي جديد مكون من 6 حلقات. وتستطيع هذه المحطة بيع المسلسل إلى إحدى القنوات الفضائية في مقابل 100,000 جنيه، او أن تقوم بإذاعتها بنفسها معتمدة على الإيرادات التي يحققها الإعلان عند إذاعته. ولا تستطيع المحطة أن تعرف على وجه اليقين مقدار الإيرادات من الإعلان، ولكنها تعتقد أن هناك احتمالاً قدره 25% أن تكون هذه الإيرادات 15,000 واحتمالاً قدره 45% أن تكون هذه الإيرادات 24,000 جنيه أو أخيراً أن تكون قيمة الإيرادات 29,000 جنيه وذلك على مستوى كل حلقة من حلقات المسلسل والذي يتوقف على نجاح المسلسل ذاته. هل يمكنك رسم شجرة القرارات لهذا الموقف؟ وهل يمكنك تحديد القرار الأمثل للمحطة.

حساب الاحتمالات المشروطة

يتطلب رسم شجرة القرارات الجديدة حساب ما يسمى بالاحتمالات المشروطة Conditional Probability والتي تتعلق بنتائج الموقف المحتمل مواجهته بواسطة الشركة إذا كانت نتائج الدراسة المسحية مشجعة أو سلبية. فاحتمالات وجود سوق يفضل المنتج أو لا يفضله تتوقف الآن على الاحتمالات الخاصة بنتائج الدراسة الميدانية ومدى نجاحها في التنبؤ بالسوق. ولعلنا نتذكر أن احتمالات وجود سوق يشجع أو يفضل المنتج أو سوق لا يفضل المنتج كانت بدون اتخاذ قرار خاص بالدراسة المسحية هو 50% لكل منهما. أي أن:

ح (سوق يفضل المنتج) = 0.5

ح (سوق لا يفضل المنتج) = 0.5

حيث أن ح = الاحتمالات

وعادة ما يشار إلى مثل هذه الاحتمالات باسم الاحتمالات الأوليـــة Prior Probabilities. ولكن الموقف الآن لم يعد بمثل هذه البساطة ولكـــن علينـــا أن نحسب ما يسمى بالاحتمالات المعدلـــة Revised Probabilities أو الاحتمـــالات المشروطة. فنحن هنا نريد أن نحسب احتمالات وجود ســـوق يفضـــل أو لا يفضل المنتج الجديد في ظل نتائج الدراسة المسحية إيجابية أو سلبية. ويستخدم في حساب هذه الاحتمالات معادلة شهيرة وهي معادلة بايز Bayes's Theorem وهي كالتالي:

$$\text{ح}(\text{أ}/\text{ب}) = \frac{\text{ح}(\text{ب}/\text{أ}) \cdot \text{ح}(\text{أ})}{\text{ح}(\text{ب}/\text{أ}) \cdot \text{ح}(\text{أ}) + \text{ح}(\text{ب}/T) \cdot \text{ح}(T)}$$

حيث أن: أ، ب هما .. أي حدثان

T هو المكمل لاحتمالات الحدث أ

والآن دعنا نقوم بحساب الاحتمالات المشروطة لمشكلتنا. نحن نريـــد أولاً لقيام بحساب احتمالات وجود سوق يفضل المنتج في ظل أن الدراسة المسحية كانت إيجابية واستطاعت بالفعل أن تتنبأ بقبول السوق للمنتج الجديد. بمعنـــى أننا نريد حساب ما يلي:

$$\text{ح}(\text{سوق مشجع}/\text{نتائج إيجابية}) = \frac{\text{ح}(\text{نتائج إيجابية}/\text{سوق مشجع}) \cdot \text{ح}(\text{سوق مشجع})}{\text{ح}(\text{نتائج إيجابية}/\text{سوق مشجع}) \cdot \text{ح}(\text{سوق مشجع}) + \text{ح}(\text{نتائج إيجابية}/\text{سوق غير مشجع}) \cdot \text{ح}(\text{سوق غير مشجع})}$$

دعنا نحدد هذه الاحتمالات أولاً ثم بعد ذلك نقوم بحساب الاحتمال المطلوب.

1- احتمالات وجود سوق مشجع مع نتائج إيجابيـــة للدراســـة (تنبـــؤ صحيح) = (70%).

2- احتمالات وجود سوق مشجع دون دراسة = (50%).

3- احتمالات أن تكون نتائج الدراسة إيجابية ولكنها خاطئة حيث السوق حقيقة غير مشجع = (20%).

4- احتمالات وجود سوق غير مشجع دون دراسة = (50%).

إذن:

ح(سوق مشجع/نتائج إيجابية) = (0.50) (0.70) / (0.50) (0.20) + (0.50) (0.70)

= 0.35 / 0.10+0.35 = 0.35 / 0.45 = 0.78

كذلك نحن نريد ان نحسب احتمالات وجود سوق غير مشجع في ظل أن الدراسة أظهرت نتائج إيجابية (أي نتائج الدراسة لم تكن صحيحة):

ح(سوق غير مشجع/نتائج إيجابية) = ح(نتائج إيجابية/سوق غير مشجع) . ح(سوق غير مشجع) / ح(نتائج إيجابية/سوق غير مشجع) . ح(سوق غير مشجع) + ح(نتائج إيجابية/سوق مشجع) . ح(سوق مشجع)

وحيث أن جميع الأرقام الخاصة بالاحتمالات هي كالسابق فنحن يمكننا الآن حساب هذا الاحتمال المطلوب كالتالي:

ح(سوق غير مشجع/نتائج إيجابية) = (0.50) (0.20) / (0.50) (0.70) + (0.50) (0.20)

= 0.10 / 0.35+0.10 = 0.10 / 0.45 = 0.22

ويلاحظ أن الاحتمالين هما احتمالين مكملين ولذا فإن مجموعهما لابد وان يساوي 1 صحيح. فالنتائج الخاصة بالدراسة في كلا الحالتين إيجابية ومشجعة ولكن إحداهما كانت صحيحة في التنبؤ والأخرى لم تكن صحيحة في تنبؤها.

والآن ماذا عن النتائج السلبية للدراسة المسحية؟ نحن نستطيع أن نحسب الاحتمالات الخاصة بوجود سوق شجع (يفضل) المنتج من عدمه أيضاً باستخدام نفس القاعدة السابقة. دعنا الان نقوم بحساب هذين الاحتمالين. أولاً سنبدأ باحتمال وجود سوق يفضل المنتج على الرغم من ان نتائج الدراسة الميدانية كانت سلبية وتنبأت بعدم تفضيل السوق للمنتج (خطأ في نتائج الدراسة). يمكننا حساب هذا الاحتمال كالتالي:

ح(سوق مشجع/نتائج سلبية) = ح(نتائج سلبية/سوق مشجع) . ح(سوق مشجع)
÷ [ح(نتائج سلبية/سوق مشجع) . ح(سوق مشجع) + ح(نتائج سلبية/سوق غير مشجع) . ح(سوق غير مشجع)]

حيث أن :

ح (نتائج سلبية / سوق مشجع) = (0.30).

ح (سوق مشجع) = (0.50).

ح (نتائج سلبية / سوق غير مشجع) = (0.80).

ح (سوق غير مشجع) = (0.50).

وإذن:

ح(سوق مشجع/نتائج سلبية) = $\frac{(0.50)\ (0.30)}{(0.50)\ (0.80) + (0.50)\ (0.30)}$

$= \frac{0.15}{0.40+0.15} = \frac{0.15}{0.55} = 0.27$

والآن يمكننا حساب الاحتمال المشروط الثاني وهو وجود سوق غير مشجع في ظل أن نتائج الدراسة تكون بالفعل سلبية وتنبأت بالفعل في عدم وجود السوق الذي يفضل المنتج. ويمكننا هذا الاحتمال كالتالي:

ح(سوف غير مشجع/نتائج سلبية) = ح(نتائج سلبية/سوق غير مشجع) . ح(سوق غير مشجع)
÷ [ح(نتائج سلبية/سوق غير مشجع) . ح(سوق غير مبشجع) + ح(نتائج سلبية/سوق مشجع) . ح(سوق مشجع)]

$$\frac{(0.50)\,(0.80)}{(0.50)\,(0.30) + (0.50)\,(0.80)} = \frac{0.40}{0.15+0.40} = \frac{0.40}{0.55} = 0.73$$

والآن يمكننا رسم شجرة القرارات الجديدة بعد أن قمنا بحساب الاحتمالات المشروطة للمواقف المحتملة في السوق. ويعبر الشكل رقم (7-3) عن هـــذه الشجرة.

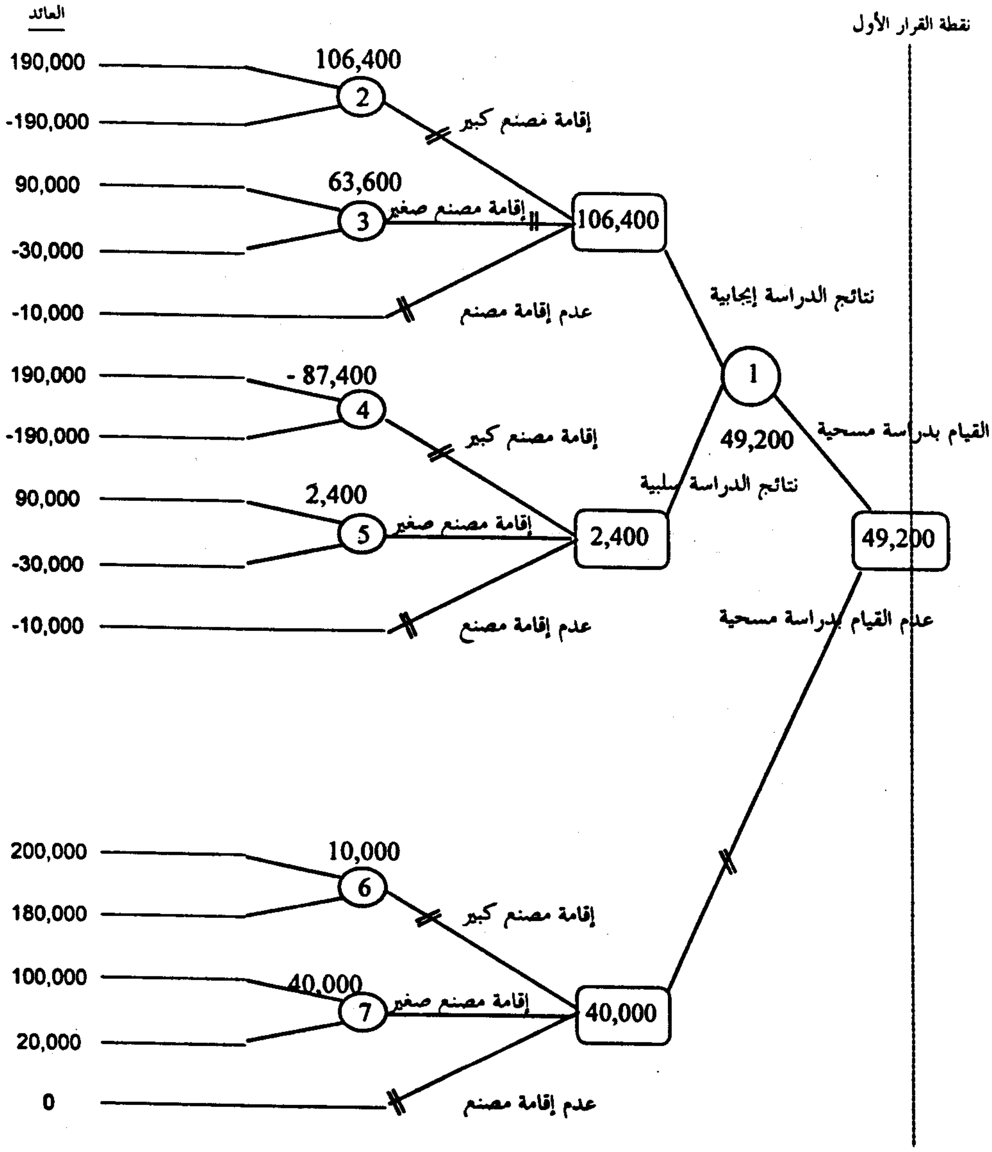
ويلاحظ على الشجرة ما يلي:

1- أن أول نقطة قرار للسيد طلعت هو القيام بالدراسة المسحية أو عدم القيام بها فإذا قرر عدم القيام بالدراسة المسحية (الجزء الأدنى مـــن الشـــجرة) فهو لازال أمامه قرار آخر وهو بناء مصنع كبير، أو بناء مصنع صغير، أو عدم بناء أي مصنع بالمرة. وإذا قرر السيد طلعت بنـــاء أي مصنـــع (صغير أو كبير) فإنه إما أن يواجه سوق مشجع للمنتج الجديد أو ســـوق غير مشجع. والنتائج المتوقعة من كل قرار (حالة مستقبلية) هـــي التـــي تظهر على الجانب الأيسر من الشجرة. ويلاحظ أن احتمالات وجود سوق مشجع أو غير مشجع هي 50%.

2- أن الجزء العلوي من الشجرة هو الذي يعكس القيام بالدراسة المســـحية. ويمثل الموقف المحتمل رقم (1) الموقف المحتمـــل الأول والـــذي لـــه فرعين. فهناك احتمال قدره 45% بأن تكون نتائج هذه الدراسة المســـحية إيجابية، واحتمال قدره 55% بأن تكون نتائج الدراسة سلبية.

3- بالنسبة لبقية الاحتمالات الموجودة على الشجرة والمرتبطـــة بـــالمواقف المحتملة رقم 2،3،4،5 فهي الاحتمالات المشروطة والتـــي تـــم حســـابها من قبل.

الشكل رقم (3-3): شجرة القرارات الجديدة لمشكلة شركة السيد طلعت



4- أخيرا فإن العائد والنتائج الموجودة على أقصى يسار الشجرة قد طرح منها مبلغ 10000 جنيه وهي تكلفة القيام بالدراسة المسحية. فالأصل أن بناء مصنع كبير الحجم مع وجود سوق يفضل (يشجع) المنتج يؤدي

إلى تحقيق عائد قدره 200000 جنيه ولكن بطرح تكلفة الدراسة يصبح العائد 190000 وهو الرقم الذي يظهر في هذا المكان على الشجرة في الشكل رقم (7-3). وبالمثل إذا تم بناء مصنع كبير وظهر أن السوق لا يشجع المنتج الجديد فإن الخسارة في هذه الحالة والتي هي في الأصل (-180000) سوف تزداد بقيمة الدراسة 10000 جنيه وبذلك تصبح (-190000). حتى إذا قرر السيد طلعت عدم بناء أي مصنع بعد القيام بالدراسة فهو قد تحمل خسارة تكلفة الدراسة وقدرها (-10000).

دعنا الآن نقوم بحساب القيمة النقدية المتوقعة حيث أن لدينا الاحتمالات والعوائد اللازمة لحساب هذه القيمة. وكما ذكرنا من قبل فإن حساب هذه القيمة على الشجرة يبدأ من آخر الشجرة ويمضي في طريقه إلى أولها. أي أن الحساب يبدأ من أقصى يسار الشجرة حتى يصل إلى يمينها؟ دعنا الآن نقوم بهذا الحساب.

1- في حالة وجود نتائج إيجابية للدراسة المسحية:

* القيمة المتوقعة للحالة المستقبلية رقم (2):

(190000)(0.78) + (-190000)(0.22)

= 106400 جنيه.

القيمة المتوقعة للحالة المستقبلية رقم (3):

(90000)(0.78) + (-30000)(0.22)

= 63600 جنيه.

* القيمة المتوقعة في حالة عدم بناء المصنع = - 10000 جنيه

وإذا نظرنا إلى هذه النتائج فإننا يمكننا القول أنه لو كانت نتائج الدراسة إيجابية فإن القرار الأفضل هو بناء مصنع كبير الحجم حيث أن هذا القرار يعطينا أكبر قيمة نقدية متوقعة (106.400 جنيه). ولذا فإنه يلاحظ على الشجرة أننا قمنا باستبعاد البديلين الأخريين واللذين يحققان قيمة نقدية متوقعة أقل وهما القيام ببناء مصنع صغير الحجم، أو عدم القيام ببناء مصنع على الإطلاق. وقد تم التعبير عن هذا الاستبعاد بوضع شرطتين مائلتين على الفرعين اللذين يمثلان البديلين.

2- إذا كانت نتائج الدراسة المسحية سلبية:

* القيمة المتوقعة في الموقف المحتمل رقم (4):

(0.27)(190000) + (0.73)(-190000)

= - 87400 جنيه.

* القيمة المتوقعة في الموقف المحتمل رقم (5):

(0.27)(90000) + (0.73)(-30000)

= 2400 جنيه.

* القيمة المتوقعة في حالة عدم بناء مصنع

= - 10000 جنيه.

ويلاحظ من هذه القيم أن أفضل قيمة متوقعة في حالة نتائج الدراسة السلبية هي 2400 جنيه ولذا فإن البديل الأفضل في هذه الحالة هو القيام ببناء مصنع صغير الحجم. ولذا فقد قمنا باستبعاد البديلين الآخرين وهما مصنع كبير الحجم، وعدم القيام ببناء أي مصنع.

3- وإذا أكملنا الطريق إلى الخلف بشكل أكثر على الشجرة فإننا نقـــوم بحساب القيمة المتوقعة الخاصة بالقيام بالدراسة المسحية:

* القيمة المتوقعة للقيام بالدراسة المسحية:

(0.55)(2400) + (0.45)(106000)

= 47880 + 1320

= 49200 جنيه.

4- القيمة المتوقعة في حالة عدم القيام بأي دراسة مسحية:

يمكن حسابها كالتالي:

* القيمة المتوقعة في الموقف المحتمل (6):

(0.5)(200000) + (-180000)(0.5)

= 10000 جنيه.

* القيمة المتوقعة في حالة الموقف المحتمل رقم (7):

(0.5)(100000) + (-20000)(0.5)

= 50000 - 10000

= 40000 جنيه.

* القيمة المتوقعة في حالة عدم بناء مصنع:

= 0

ويلاحظ من هذه القيم أن أفضل قيمة متوقعة هي 40000 جنيه وهذا يعنـــي أنه في ظل عدم القيام بالدراسة المسحية فإن أفضل بديل متـــاح أمـــام الســـيد طلعت هو القيام ببناء مصنع صغير الحجم. وعلى هذا فقـــد قمنـــا باســـتبعاد البديلين الآخرين.

5- حيث أن القيمة النقدية المتوقعة للقيام بالدراسة المسحية هـــي 49200 جنيه والقيمة النقدية المتوقعة لعدم القيام بالدراسة المسحية هي 40000 جنيه فإن

أفضل اختيار هو القيام بالدراسة للحصول على المعلومـــات التســويقية. وإذا كانت نتائج الدراسة إيجابية فإن على السيد طلعت أن يقوم ببناء مصنع كبـــير الحجم، أما إذا كانت نتائج الدراسة سلبية فإنه من الأفضل له أن يقــوم ببنـــاء مصنع صغير الحجم.

تدريب رقم 3-2
☐ **لحظة من فضلك:** بفرض أن محطة التلفزيون في التدريب 3-1 قد قامت باستئجار إحدى شركات البحـــوث وذلك بهدف القيام بدراسة استطلاعية لمدى نجاح المسلسل جماهيريا وذلك مقابل تكلفـــة قدرها 30,000 جنيه. وسوف تنتهي هذه الدراسة إما بإعطاء تقرير إيجابي (أي أن النـــاس سوف تعجب بالمسلسل الجديد)، أو تقرير سلبي (أن المسلسل قد لا يلاقي نجاحا كبـــيرا). ويعطي كل تقرير منهما احتمالات حدوث الإيرادات المتوقعة الثلاثة السابقة في التدريـــب 3-1 وذلك وفقا لرؤية الشركة والمسجلة في تقريرها. ويعبر الجدول التـــالي عـــن هـــذه الاحتمالات في ظل الحالات المستقبلية البديلة (تقرير إيجابي أو تقرير سلبي).

نوع التقرير	إيرادات الإعلانات		
	15,000	24,000	29,000
إيجابي	%85	%65	%30
سلبي	%15	%35	%70

هل يمكنك الآن حساب الاحتمالات المشروطة؟ وهل يمكنك القيام برسم شجرة القـــرارات في هذه الحالة؟ وما هو أفضل قرار بالنسبة للمحطة.

القيمة المتوقعة للمعلومات المبنية على العينة:

إن السيد طلعت يعلم من خلال قيامه بالدراسة المسحية أنه لو كانت لـــهذه الدراسة نتائج إيجابية فإن عليه أن يقوم ببناء مصنع كبير الحجم، أما إذا كانت النتائج سلبية فإنه من الأفضل له أن يقوم ببناء مصنع صغير الحجم.

ولكن السيد طلعت يعلم تماما أيضا أن الحصول على المعلومات لن يـأتي مجانا ولكن عليه أن يدفع في مقابلها مبلغا من المال. ويرغب السيد طلعت في تحديد القيمة الحقيقية للقيام بمثل هذه الدراسة المسحية. وأحد الطرق التي يمكن أن تتحدد بها قيمة هذه المعلومات التسويقية هو القيام بحساب ما يسمى بالقيمة المتوقعة للمعلومات المستمدة من عينة Expected Value of Sample Information. ويمكن حساب هذه القيمة عن طريق المعادلة التالية:

القيمة المتوقعة للمعلومات التسويقية - (القيمة المتوقعة لأفضل قرار مع وجود المعلومات المبنية على دراسة عينة وذلك بافتراض عدم وجود تكلفة لهذه الدراسة) - (القيمة المتوقعة لأفضل قرار بدون معلومات قادمة من دراسة مبنية على عينة)

وفي حالة مثال شركة السيد طلعت فإن القيمة المتوقعـة لأفضـل قـرار في ظل معلومـات الدراسـة دون طـرح تكلفـة الدراسـة تصبـح 59200 (49200 +10000) حيث تم إضافة تكلفة الدراسة 10000 إلـى القيمـة المتوقعـة المثلى حيث قد كان سبق خصمهما من قبل. أما القيمة المتوقعـة فـي حالـة عدم وجود دراسة مسحية فهي 40000 جنيه. وبذلـك يمكـن حسـاب القيمـة المتوقعة للمعلومات المبنية على عينة كالتالي:

59200 - 40000 = 19200 جنيه.

ويعني ذلك أن السيد طلعت يمكنه أن يدفع حتى 19200 جنيه ثمنا للدراسـة السوقية المسحية. وحيث أن السيد طلعت قد قبل الدراسة عند سعر 10000 جنيه فإنه يكون قد ربح من هذا وتصبح الدراسة ذات قيمة بالنسبة له.

تحديد درجة كفاءة المعلومات المبنية على عينة

في الفصل السابق عرضنا لفكرة المعلومات الكاملة وكيفية تحديد قيمتـــها، وطالما أن دراسات السوق تعتمد على أخذ عينة من المجتمع والقيام بدراســـة العينة للحكم على المجتمع ككل فنحن لا نتوقع أن تكـــون معلومـــات دراســـة السوق معلومات كاملة. غير أننا يمكننا أن نحدد درجـــة كفـــاءة المعلومـــات الكاملة المستمدة من بحوث السوق كالتالي:

$$\text{درجة كفاءة المعلومات المستمدة من عينة} = \frac{\text{قيمة المعلومات المبنية على عينة}}{\text{قيمة المعلومات الكاملة}} \times 100$$

دعنا نطبق ذلك على مثالنا الخاص بالسيد طلعت ولإجراء ذلك لابد مـــن حساب قيمة المعلومات الكاملة بالنسبة للمشكلة. في الفصل السابق تبين لنـــا أن قيمة المعلومات الكاملة لمشكلة السيد طلعت هي 60,000 جنيه، وفـــي الجـــزء السابق اتضح لنا أن قيمة المعلومات المبنية على عينة مقدارها 19,200، ومـــن هنا يمكن حساب مدى كفاءة المعلومات المبنية على عينة كالتالي:

$$\text{كفاءة المعلومات المبنية من عينة} = \frac{19,200}{60,000} \times 100 = 32\ \%$$

وتعني هذه النتيجة (النسبة) أن المعلومات الخاصة بالدراســـة المســـحية للسوق لها درجة كفاءة بمقدار 3% من كفاءة المعلومات الكاملة. وعندما تكون نسبة الكفاءة منخفضة مقارنة بكفاءة المعلومات الكاملة فإن متخذ القـــرار قـــد يبحث عن طرق ووسائل أخرى للحصول على المزيد من المعلومات. وكلمـــا ارتفعت هذه النسبة في المقابل فإن ذلك يعني أن المعلومات المبنية على العينة جيدة مثلها مثل الاعتماد على المعلومات الكاملة وأن أي معلومات إضافية لـــن تضيف كثيرا لمتخذ القرار.

تدريب رقم 3-3

□ لحظة من فضلك:

تفكر إحدى الشركات في تقديم منتج جديد للسوق والذي يمكن أن يلاقي نجاحا كبيرا أو فشلا ذريعا. ويعبر الجدول التالي عن القيم المشروطة الخاصة بكل حالة من الحالات المستقبلية، وكذلك البديلين المتاحين أمام الإدارة، واحتمالات كل حالة من الحالات المستقبلية:

الحالات المستقبلية	الاحتمالات	البدائل	
		تقديم المنتج	عدم تقديم المنتج
نجاح ومبيعات كبيرة	0.3	4 (مليون)	صفر
فشل ومبيعات محدودة	0.7	-2 (مليون)	صفر

وقد قامت الشركة بالاستعانة بإحدى الشركات المتخصصة في بحوث السوق لكي تقوم لها بدراسة مسحية والتي تتكلف 0.2 مليون جنيه. وتتوقع الشركة أن يكون لهذه الدراسة ثلاث نتائج محتملة وهي (1) أن تتنبأ بنجاح المنتج الجديد، (2) أن تكون نتائج الدراسة غير قاطعة بشأن رد فعل السوق تجاه المنتج الجديد، (3) أن تتنبأ الدراسة بفشل المنتج الجديد في السوق.

وفي الماضي فإن مثل هذه الدراسات المسحية تنبأت بنجاح المنتج أو فشله مع حدوث ما تم التنبؤ به بالفعل، ولكن في بعض الأحيان خالف الواقع في السوق تنبوات بعض الدراسات. ويعبر الجدول التالي عن احتمالات تنبؤ الدراسة المسحية وفقا لكل حالة من الحالات المستقبلية، ونتاج الدراسة المتوقعة :

الحالات المستقبلية	البدائل	
	تقديم المنتج	عدم تقديم المنتج
التنبؤ بنجاح المنتج	0.4	0.1
نتائج غير قاطعة	0.4	0.5
التنبؤ بفشل المنتج	0.2	0.4
مجموع الاحتمالات	1.0	1.0

هل يمكنك أن تحدد ما إذا كانت الشركة قد كانت على صواب عند أخذها بفكرة الدراسة المسحية؟

استخدام مفهوم المنفعة في اتخاذ القرار

حتى الآن تم التعبير عن العوائد الخاصة بالقرار في صورة قيم نقدية، فعندما تكون هناك معلومات عن الحالات المستقبلية المتوقعة ونستطيع أن نضع احتمالات لحدوثها فإننا نقوم باختيار ذلك البديل الذي يعطي لنا أكبر قيم نقدية متوقعة، غير أنه في بعض الحالات قد لا تكون أفضل القيم النقدية المتوقعة هي الأكثر رغبة من قبل متخذ القرار.

ومعنى أن القيم النقدية قد لا تكون الأكثر رغبة من قبل متخذ القرار أن هذه القيمة النقدية ليست هي الشيء المفضل عنده وذلك بعد أخذ العديد من الاعتبارات الأخرى في القرار وليس مجرد القيم النقدية المتوقعة. ومن أمثلة الاعتبارات الأخرى التي يمكن أخذها في القرار تلك المخاطر Risks المرتبطة بنتائج القرار. وهناك عدد كبير من الأمثلة لتلك المواقف التي تكون فيها عملية اختيار البديل صاحب أكبر قيمة نقدية متوقعة لا تؤدي إلى اتخاذ القرار المفضل لدى متخذ القرار. ومن أمثلة ذلك القرار المتعلق بشراء بوليصة التامين على المنزل، او شراء أوراق اليانصيب. فمن الواضح في المثالين أن القيمة النقدية المتوقعة للشراء لن تكون هي أساس اتخاذ القرار بشراء بوليصة التأمين وإلا فإن شركات التأمين سوف لا تجد ما تنفق به على مصروفاتها وتحقيق أرباح، كما أن قيام الأفراد بشراء أوراق اليانصيب تحدث على الرغم من توقع الأفراد لوجود قيم نقدية سالبة لمثل هذا الشراء.

قد يتساءل البعض هل يعني ما سبق أن الأفراد والمنظمات التي تقوم بشراء تأمين أو المشاركة في شراء أوراق اليانصيب يقومون بذلك لأنهم غير قادرون على تحديد ما هو البديل الذي يؤدي إلى تحقيق أكبر قيمة نقدية متوقعة؟ الواقع أن الإجابة لا، بل على العكس من ذلك يمكن القول بأن هذه التصرفات (القرارات) لا يعتد فيها فقط بمعيار القيمة النقدية المتوقعة وبالتالي

ليست هي المعيار الوحيد للقرار المفضل. فإلى جوار معيار القيمة المتوقعة يمكن أن توجد بعض المعايير الأخرى والتي منها معيار المنفعة عند متخذ القرار.

معنى المنفعة

تعد المنفعة مقياساً للقيمة الإجمالية الخاصة بناتج معين ، فهي تعكس اتجاهات متخذ القرار نحو عدد من العوامل مثل الربح، والخسارة، والمخاطرة. دعنا نأخذ مثالاً لنوضح به فكرة استخدام المنفعة في اتخاذ القرار.

بفرض أن إحدى شركات الاستثمار أمامها فرصتين للاستثمار فيهما، وكل فرصة منهما تتطلب نفس القدر من الأموال وتعاني الشركة من مشكلة عدم توافر أموال كافية للاستثمار في الفرصتين المتاحتين أمامها، ولذا فهي لابد وأن تتخذ قراراً باستثمار اموالها المتاحة في إحداهما فقط أو لا تستثمر أموالها على الإطلاق. ويتوقف العائد الذي سوف تحققه الشركة على حالة سوق الاستثمار السائدة.

وتعتقد الشركة أن هذا السوق إما أن تتجه فيه الأسعار لأعلى، او يبقى كما هو، او تتجه الأسعار فيه إلى الانخفاض، وقد استطاعت الشركة أن تضع جدول العوائد المتوقعة التالي:

البدائل	الحالات المستقبلية المتوقعة		
	الأسعار لأعلى	الأسعار كما هي	الأسعار تنخفض
الاستثمار (أ)	30,000	20,000	50,000 –
الاستثمار (ب)	50,000	200,000 –	30,000 –
عدم الاستثمار	0	0	0

فإذا كان أفضل تقدير للشركة لاحتمالات حدوث الحالات المستقبلية هي ح(الأسعار لأعلى) = 0.3، ح(الأسعار كما هي) = 0.5، ح(الأسعار تتجه للانخفاض) = 0.2، فإننا يمكننا حساب القيمة النقدية المتوقعة لكل بديل ثم نختار ذلك البديل صاحب أكبر قيمة نقدية متوقعة كما يلي:

- القيمة النقدية المتوقعة للبديل (أ) = 0.3 (30,000) + 0.5 (20,000) + 0.2 (−50,000) = 9,000 جنيه

- القيمة النقدية المتوقعة للبديل (ب) = 0.3 (50,000) + 0.5 (− 20,000) + 0.2 (−30,000) = − 1,000 جنيه

- القيمة النقدية المتوقعة لعدم الاستثمار = 0

وبناء على هذه النتائج فإن أفضل قرار للشركة هو القيام بالاستثمار في الفرصة (أ) حيث أن ذلك البديل يحقق اعلى قيمة نقدية متوقعة وهي 9,000 جنيه.

والآن يمكننا ان نسأل أنفسنا هل هذا بالفعل هو أفضل بديل للشركة؟ دعنا نأخذ في الاعتبار بعض العوامل الأخرى المرتبطة بالموقف الذي يؤخذ فيه القرار مثل قدرة الشركة بالفعل على استيعاب خسارة قدرها - 50,000 جنيه إذا تم الاستثمار في البديل (أ) واتجهت أسعار السوق إلى الانخفاض.

إن موقف لشركة السابق توضيحه في المشكلة يشير إلى أن الموقف المالي للشركة ضعيف جداً. ولعل ذلك يتضح في عدم قدرة الشركة على الاستثمار في الفرصتين المتاحة أمامها. ولذا فهي قد قررت الاستثمار في فرصة واحدة منهما فقط. وإلى جوار ذلك إذا علمت أن مدير هذه الشركة يشعر بانه لو ترتب على هذا الاستثمار تعرض الشركة لخسارة كبيرة (مثل حسارة 50,000 جنيه) فإن مستقبل الشركة سيصبح في مهب الريح. فعلى الرغم

من أن مدخل القيمة النقدية المتوقعة قد أدى إلى ضرورة اختيار البديل الأول فهل لازالت ترى في ظل هذه المعلومات أن ذلك البديل هو البديل الذي سوف يفضله مدير الشركة؟ فكما يقدم هذا البديل هو البديل الذي سوف يفضله مدير الشركة؟ فكما يقدم هنا البديل احتمال تحقيق مكسب 30,000 جنيه (إذا الأسعار اتجهت للزيادة) فإنه في نفس الوقت يعرض الشركة لاحتمال خسارة قدرها 50,000 جنيه (إذا الأسعار اتجهت للانخفاض). إن مثل هذه المعلومات قد تجعل المدير يفضل البديل (ب) أو حتى البديل الثالث والخاص بعدم الاستثمار بالمرة. وإذا شعر المدير أن خسارة الشركة لمبلغ 30,000 جنيه، أو حتى 20,000 جنيه لا زال يعرض الشركة للخطر [وهما احتمالين يمكن حدوثهما إذا اختارت الشركة الاستثمار (ب)] فإنه قد يقرر عدم الاستثمار والحفاظ على الأموال المتاحة للشركة.

وأحد الطرق للتعامل مع مشكلة هذه الشركة أن نتعامل مع ما يسمى بالمنفعة الخاصة بكل النتائج المحتملة. ولعلك تتذكر أن تعريف المنفعة هي القيمة الكلية لأي ناتج بما فيها المخاطر والعوائد في وقت واحد. ولو استطعنا أن نقيم المنافع الخاصة بكل النتائج المحتملة أمام هذه الشركة فإننا يمكننا اختيار ذلك البديل الذي يحقق لها أكبر منفعة متوقعة.

تنمية المنافع للعوائد

إن الإجراءات الخاصة بوضع المنافع الخاصة بالعوائد تتطلب منا ان نقوم أولاً بوضع قيمة لمنفعة أفضل وأسوأ النتائج النقدية الممكنة في الموقف الذي يتخذ فيه القرار. وأي قيم أخرى بين الأسوأ والأفضل يمكن بعد ذلك تقدير قيمة المنافع الخاصة بها. وبالنظر إلى الجدول الخاص بالعوائد المتوقعة للشركة سنجد ان أفضل عائد هو تحقيق الشركة لربح مقداره 50,000 جنيه، وأن أسوأها هو تحقيق الشركة لخسارة مقدارها – 50,000 جنيه.

وبافتراض أننا ـــ حكمياً ـــ قد قمنا بإعطاء القيم التالية لمنافع العائدين:

منفعة (- 50,000) = م (- 50,000) = 0

منفعة (50,000) = م (50,000) = 10

بهذه الطريقة يمكننا أن نضع قيم المنافع الخاصة ببقية العوائد الموجـــودة في الجدول السابق. خذ على سبيل المثال عملية وضع تقدير للمنفعة الخاصـــة بالحصول على ربح قدره 30,000 جنيه، في البداية نجد علينا أن نسأل مديـــــر الشركة أن يضع تقدير لتفضيله بين الحصول على ربح مؤكد قـــدره 30,000 جنيه وبين فرصته في التعامل مع يانصيب يعطي له 50,000 جنيـــه باحتمـــال قدره (ح)، أو أن يخسر 50,000 باحتمال قدره (1-ح).

وإذا وافق المدير على قيمة (ح) قريبة من الواحد الصحيح فإن معنى ذلك أن هذا المدير يفضل اليانصيب عن حصوله على مبلغ مؤكد مقـــداره 30,000 جنيه، حيث أن هذا الاحتمال يعني أن الشركة تقريباً سوف تحصل على عـــائد قريب من 50,000 جنيه. على الوجه الآخر، لو أن قيمة (ح) قريبة من الصفر فإن معنى ذلك أن المدير يفضل المبلغ المؤكد (30,000 جنيه) على الدخول في اليانصيب. وبصفة عامة كلما تغيرت قيمة (ح) وتحركت مـــن الصفـــر إلـــى الواحد الصحيح فإن معنى ذلك أن التفضيل للمبلغ المؤكـــــد (30,000 جنيـــه) يتحرك أيضاً نحو تفضيل المغامرة والدخول في اليانصيب. فمثـــلاً إذا كـــانت قيمة (ح) تساوي 0.99 فإن العائد المتوقع سيكون 49,000 جنيه وهذا أفضـــــل من 30,000 جنيه، ومما يدعم ذلك أن المخاطرة للخسارة أصبحـــت محـــدودة جداً، فاحتمال حدوث خسارة في هذه الحالة (1-ح) يساوي 0.01 فقط.

وبفرض إننا افترضنا أنه عندما تكون قيمة (ح) = 0.95 فإن المدير لـــن يكون له تفضيل للحصول على 30,000 مؤكـــدة أو الدخـــول فـــي المغـــامرة

واليانصيب (أي أن البديلين عنده سيان) وباستخدام قيمة (ح) نستطيع أن نضع منفعة الحصول على عائد قدره 30,000 جنيه كالتالي:

م(30,000) = ح × م(50,000) + (1−ح) × م(− 50,000)

وبالتعويض عن قيمة ح = 0.95 وبالمبالغ النقدية عن قيمة منفعتها نحصل على التقدير الخاص بالمنفعة لمبلغ 30,000 كالتالي:

م(30,000) = 0.95 (10) + 0.05 (0) = 9.5.

وبطبيعة الحال لو أننا بدأنا تقدير المنافع الخاصة بأفضل وأسوأ بديل بقيم منفعة مختلفة عن (صفر، 10) فإننا كنا سوف نحصل على قيمة مختلفة لمنفعة عائد قدره 30,000 جنيه، ومن هنا فإن تقدير المنافع للعوائد ليس شيئاً موحداً وفريداً (أي لا يوجد غيره) ولكنه يتوقف بشكل أساسي على التقدير الأولي لأفضل وأسوأ العوائد. غير أننا في هذا المثال سوف نستمر في تقدير المنافع للعوائد باستخدام التقدير الأولي لأفضل وأسوأ العوائد وهو (0، 10).

وقبل أن نقوم بحساب أو تقدير المنافع لباقي العوائد دعنا ننظر إلى ذلك المعنى الخاص بوضع تقدير قدره 9.5 كمنفعة لمبلغ 30,000 جنيه. بوضوح شديد، عندما تكون (ح) = 0.95 فإن القيمة المتوقعة لليانصيب هي:

= 0.95 (50,000) + 0.05 (− 50,000)

= 47,500 − 2,500 = 45,000 جنيه.

ويعني ذلك أن المدير الخاص بالشركة قد يفضل تجنب المخاطر ويتقبل عائد مؤكد قدره 30,000 جنيه إذا كان هناك مخاطر أكبر من 5% في تحقيق خسارة قدرها 50,000 جنيه. ويمكن أن ينظر الفرد إلى ذلك الفارق بين القيمة المتوقعة (45,000) من اليانصيب والحصول على عائد مؤكد قدره 30,000 جنيه، على أنه مقابل ذلك الخطر الذي يكون هذا المدير على استعداد لأخذه

حتى يمكنه أن يتحمل مخاطر قدرها 5% في تحقيق خسارة قدرها 50,000 جنيه. فالمدير على استعداد لتحمل هذه المخاطر في مقابل هذا الفرق في العائد. ولذا فهو يطلق عليه اسم علاوة الخطر.

ولحساب المنفعة الخاصة بالحصول على عائد قدره (− 20,000) فإن علينا أن نسأل المدير مرة أخرى ما هي درجة تفضيله للحصول على خسارة مؤكدة قدرها 20,000 جنيهاً أو الدخول في يانصيب يعطي له عائد قدره 50,000 باحتمال قدره (ح)، أو خسارة قدرها (− 50,000) وذلك باحتمال قدره (1−ح). ويلاحظ أن نفس اليانصيب وعائده هو الذي استخدم في تقدير منفعة 30,000 جنيه وهو أيضاً الذي سوف يستخدم في تقدير بقية العوائد المحتملة. ويكون على المدير أن يحدد قيمة (ح) والتي عندها يكون غير مبالي بالتفضيل بين عائد قدره (− 20,000) بصورة مؤكدة أو بين اليانصيب غير المؤكد. والواقع أننا إذا سألنا المدير هل تقبل خسارة مؤكدة قدرها 20,000 جنيه، أو الحصول على ربح قدره 50,000 باحتمال قدره 0.9، أو خسارة 50,000 جنيه باحتمال قدره 0.1 فإنه بالقطع سوف يفضل اليانصيب (على الأقل هناك احتمال عالي للمكسب قدره 90%).

ويمكننا أن نستمر في ذلك بوضع عدة قيم للاحتمالات حتى نصل إلى تلك القيمة التي لا تجعله يفضل بديل على الآخر. وبفرض أننا قد توصلنا إلى أن قيمة (ح) التي تجعل المدير غير مبالي في الاختيار بين البديلين هي 0.55 فإن معنى ذلك أن أي احتمال أقل من ذلك سوف يجعل المدير يفضل أخذ خسارة قدرها 20,000 بدلا من المغامرة. أما إذا كانت قيمة (ح) أكبر من 0.55 فإن المدير بطبيعة الحال سوف يفضل أخذ المغامرة مع اليانصيب.

ومن هنا يمكننا وضع تقدير لمنفعة عائد قدره (− 20,000 جنيه) كالتالي:

م(− 20,000) = ح × م(50,000) + (1−ح) × م(− 50,000)

= 0.55 (10) + 0.45 (0) = 5.5

ويفرض أننا قمنا بإجراء نفس العمليات لتقدير تلك المنفعة الخاصة ببقية العوائد الموجودة في جدول العوائد وتوصلنا إلى جدول المنافع التالية للعوائد النقدية:

القيمة النقدية	قيمة الاحتمال الذي يضع الفرد في موقف لا يفضل فيه بديل على الآخر	قيمة المنفعة
50,000	لا ينطبق عليه	10
30,000	0.95	9.5
20,000	0.9	9
0	0.75	7.5
-20,000	0.55	5.5
- 30,000	0.40	4
- 50,000	لا ينطبق عليه	0

وباستخدام هذا الجدول يمكننا وضع جدول المنافع المتوقعة وذلك بدلاً عن جدول العوائد المتوقعة السابق:

البدائل	حالات الطلب المتوقعة		
	الأسعر تتجه لأعلى	الأسعر تبقى كما هي	الأسعار تتجه لأسفل
الاستثمار (أ)	9.5	9	0
الاستثمار (ب)	10	5.5	4
عدم الاستثمار	7.5	7.5	7.5

ويلاحظ أننا في هذا الجدول قد قمنا بالتعويض عن القيم النقدية في جدول العوائد بقيم المنفعة المقابلة لها. فمثلاً في حالة الاستثمار واتجاه الأسعار في السوق لأعلى فإن جدول العوائد يشير إلى تحقيق ربح قدره 30,000 جنيه، وبالنظر إلى جدول المنافع نجد أن قيمة المنفعة أمام هذا المبلغ تساوي 9.5 ولذا وضعنا نفس المكان رقم 9.5 بدلاً من 30,000 جنيهاً. وبالنسبة للبديل عدم

الاستثمار فإن العوائد النقدية المتوقعة في كل حالات السوق تساوي صفـــراً. وبالنظر إلى قيمة منفعة لعائد نقدي مقداره صفر وذلك في جدول قيم المنـــافع نجد أن هذه القيمة تساوي 7.5 ولذا قمنا بوضع هذه القيمة بدلاً من صفر فـــي كل حالات السوق. وهكذا بالنسبة لباقي القيم.

مدخل المنفعة المتوقعة لاتخاذ القرار

بعد أن وصلنا إلى وضع قيم المنافع بدلاً من العوائد المتوقعة نســتطيع أن نستخدم فكرة القيمة المتوقعة للمنافع في اتخاذ القرار. وتعرف القيمة التي يتــم حسابها باسم المنافع المتوقعة أو المنفعة المتوقعة.

ويمكننا الآن حساب قيمة المنفعة المتوقعة في مثالنا كالتالي:

- المنفعة المتوقعة للاستثمار (أ)

7.35 = (0) 0.2 + (9) 0.5 + (9.5) 0.3 =

- المنفعة المتوقعة للاستثمار (ب)

6.55 = (4) 0.2 + (5.5) 0.5 + (10) 0.3 =

- المنفعة المتوقعة لعدم الاستثمار

7.5 = (7.5) 0.2 + (7.5) 0.5 + (7.5) 0.3 =

ومن واقع هذه النتائج سوف نقوم باختيار ذلك البديل الذي يعطي الشــركة أكبر منفعة متوقعة وهو بديل عدم القيام بالاستثمار. ويمكننـــا عمــل جــدول يوضح ترتيب البدائل وفقاً لأولويتها وذلك باستخدام المنفعة المتوقعة وكذلـــك القيم النقدية المتوقعة لكل بديل:

ترتيب بدائل القرار	المنفعة المتوقعة	القيمة النقدية المتوقعة
عدم الاستثمار	7.5	0
الاستثمار (أ)	7.35	9,000
الاستثمار (ب)	6.55	1,000 –

ويلاحظ أن الاستثمار (أ) قد حصل على أكبر قيمة نقدية متوقعة وهي 9,000 جنيه بينما تحليل المنفعة قد أوضح أن على الشركة أن تبتعد عن هذا البديل. والواقع أن سبب عدم الأخذ بهذا البديل يعود إلى وجود احتمال قدره 20% أن تتعرض الشركة لخسارة – 50,000 جنيه والذي يعد من قبل مدير الشركة أمر بالغ الخطورة. والواقع أن هذه المخاطر لا تنعكس في القرار عند الاعتماد في أخذه على القيمة النقدية المتوقعة. ومن هنا كان من الضروري أن يتم تقييم البدائل من زاوية المنافع بدلاً من القيم النقدية المتوقعة.

تدريب رقم 3–4

□ لحظة من فضلك:

بفرض ان أحد المديرين يواجه اختياراً بين بديلين. البديل الأول هو عبارة عن عقد ترخيص لمنتج جديد مع شركة تسويق تحصل بمقتضاه على ربح قدره 20,000 جنيه سنوياً على وجه اليقين. اما البديل الثاني هو القيام بتقديم المنتج الجديد بواسطة الشركة نفسها. ولا تعرف الشركة على وجه اليقين حجم المبيعات وبالتالي الأرباح المتوقعة من وراء ذلك. وقد قام المدير بوضع عدة احتمالات للأرباح في ظل هذا البديل كالتالي:

الربح بالألف	الاحتمال
– 10 (خسارة)	0.1
0	0.3
20	0.2
40	0.2
60	0.1
80	0.1

فإذا كان جدول المنفعة الخاصة بهذا المدير كما يلي:

القيمة النقدية	المنفعة
10,000 -	0
2,500 -	0.25
15,000	0.50
47,000	0.75
100,000	1.00

وفقاً لطبيعة هذا المدير . ما هو القرار الذي تعتقد أنه سوف يقوم باتخاذه

اتخاذ القرار في ظل المعايير المتعددة

في الحياة العادية نحن نتعرض للعديد من المواقف الإدارية التي يكون فيها متخذ القرار راغباً في أخذ عدد من المعايير في الحسبان عند المفاضلة بين البدائل المتاحة أمامه.

فعلى سبيل المثال دعنا نفترض أن هناك شركة تحاول اختيار موقع لمصنع جديد لها. وفي هذه الحالة سوف نجد أن تكلفة الأرض والبناء سوف تختلف من موقع لآخر. ولذا فإن أحد المعايير التي يجب أن تستخدم في المفاضلة هي تكلفة البناء والأرض.

ولو ان التكلفة هي المعيار الوحيد في الاختيار فإن الشركة سوف تتجه إلى اختيار ذلك الموقع الذي يؤدي إلى أقل تكلفة ممكنة. ولكن بفرض أن الإدارة قبل اتخاذها للقرار ترغب في النظر إلى بعض المعايير الأخرى مثل توافر وسائل النقل من المصنع إلى مراكز التوزيع، ومدى جاذبية هذا الموقع في جذب الأفراد للعمل لديها، وتكلفة الطاقة في المكان المقترح، وغيرها من المعايير. وفي هذه الحالة تصبح عملية اتخاذ القرار أكثر تعقيداً لأن أحد

البدائل (احد المواقع) قد يحتوي ميزة بالنسبة لمعيار معين ولكنه أيضاً قد يحتوي على بعض العيوب بالنسبة لمعايير أخرى.

ففي هذه العملية نحن نبدأ دائماً بتحديد تلك العوامل المؤثرة في القرار ثم القيام بإعطاء قيم لهذه العوامل تتراوح بين 0، 1.دعنا نأخذ مثالاً حتى نوضح هذه العملية. يفاضل السيد رؤوف بين عدد من الوظائف المتاحة أمامه. وبعد أن قام بمناقشة هذه الفرص مع أستاذه بالجامعة، ومع صديقه ذو الخبرة الكبيرة في مجال التوظيف فقد قرر رؤوف أن هناك ثلاثة عوامل رئيسية تؤثر في قراره وهي: الأجر، وفرص الترقي والنمو في المنظمة، وموقع الشركة التي سوف يعمل بها. وقد قرر رؤوف أن أهم عامل من هذه العوامل الثلاثة هو فرص النمو والترقي في الشركة ولذا فقد أعطاه وزناً قدره 0.6. أما العامل الثاني في الأهمية وفقاً له فقد كان الأجر ولذا فقد أعطاه وزناً قدره 0.3 وأخيراً فقد جاء موقع الشركة في المركز الثالث من حيث الأهمية له ولذا فقد قام بإعطائه وزناً قدره 0.1. ويلاحظ أن الأهمية (الوزن) المعطى لكل العوامل المؤثرة في القرار لابد وأن يكون مجموعها مساوياً للواحد الصحيح. ويعبر الجدول رقم [3-1] عن هذه العوامل ووزنها النسبي الذي يعكس أهمية كل منها عند السيد رؤوف.

جدول رقم [3-1]: الأهمية (الوزن) النسبي للعوامل المؤثرة في القرار لدى السيد رؤوف

العامل	الأهمية النسبية (الوزن)
الأجر	0.3
فرص النمو والترقي	0.6
الموقع	0.1

وبالنسبة للفرص المتاحة أمام السيد رؤوف فإنه يقارن بين نفس الوظيفة في ثلاث شركات بديلة. وقد قام السيد رؤوف بإعطاء تقدير لوزن كل عامل من العوامل السابقة في الشركات الثلاثة كالتالي:

1- **في الشركة الأولى:** قام رؤوف بإعطاء الأجر 0.7، وفرص النمو والترقي 0.9، والموقع 0.6.

2- **في الشركة الثانية:** قام رؤوف بإعطاء الأجر 0.8، وفرص النمو والترقي 0.7،والموقع 0.8.

3- **في الشركة الثالثة:** قام رؤوف بإعطاء الأجر 0.9، وفرص النمو والترقي 0.6، والموقع 0.9.

جدول رقم [3-2]: جدول تقييم العوامل الثلاثة الهامة في الشركات الثلاثة

العامل	الشركة الأولى	الشركة الثانية	الشركة الثالثة
الأجر	0.7	0.8	0.9
النمو والترقي	0.9	0.7	0.6
الموقع	0.6	0.8	0.9

وباستخدام هذه المعلومات الموجودة في الجدول رقم (3-1)، والجدول رقم (3-2) فإن رؤوف يستطيع أن يحدد الوزن الكلي للتقييم الخاص بكل عرض من العروض المتوافرة أمامه. ويتم ذلك عن طريق ضرب وزن العامل (الذي يعكس أهميته) بالقيمة المعطاة لتقييم العامل في الشركة ثم جمع حاصل الضرب لكل العوامل على المستوى البديل الواحد (الشركة أو العرض الواحد). ويتم نفس التحليل بالنسبة لبقية الشركات (العروض). وتعبر الجداول رقم (3-3)، ورقم (3-3)، ورقم (3-5) عن نتائج هذا التقييم لكل شركة.

جدول رقم (3-3): نتائج تقييم الشركة الأولى

العامل	وزن العامل		تقييم العامل		التقييم المرجح بالوزن
الأجر	0.3	×	0.7	=	0.21
النمو والترقي	0.6	×	0.9	=	0.54
الموقع	0.1	×	0.6	=	0.06
المجموع					0.81

جدول رقم (3-4): نتائج التقييم للشركة الثانية

العامل	وزن العامل		تقييم العامل		التقييم المرجح بالوزن
الأجر	0.3	×	0.8	=	0.24
النمو والترقي	0.6	×	0.7	=	0.42
الموقع	0.1	×	0.8	=	0.08
المجموع					0.74

جدول رقم (3-5): نتائج تقييم الشركة الثالثة

العامل	وزن العامل		تقييم العامل		التقييم المرجح بالوزن
الأجر	0.3	×	0.9	=	0.27
النمو والترقي	0.6	×	0.6	=	0.36
الموقع	0.1	×	0.9	=	0.09
المجموع					0.72

ويلاحظ من الجداول الثلاثة السابقة أن الشركة التي حصلت على أعلى تقدير هي الشركة الأولى (0.81)، ثم تلاها الشركة الثانية (0.74)، وأخيراً جاءت الشركة الثالثة في المركز الأخير (0.72). ووفقاً لذلك فإن رؤوف قام باختيار الشركة الأولى للعمل لديها لأنها هي التي حصلت على أعلى قيمة تقييم مرجح بالوزن النسبي لعوامل التقييم.

عملية التحليل المتدرج:

عندما يمكننا أن نحدد ونقدر الوزن والتقييم النسبي لكافة العوامل المؤثرة في القرار فإننا يمكننا أن نستخدم عملية التقييم متعدد العوامل السابق ذكرها. ولكن في بعض الأحيان يجد متخذ القرار صعوبة في وضع التقديرات الخاصة بالأوزان النسبية، والتقييم الخاص بالعوامل المؤثرة في القرار. وفي مثل هذه

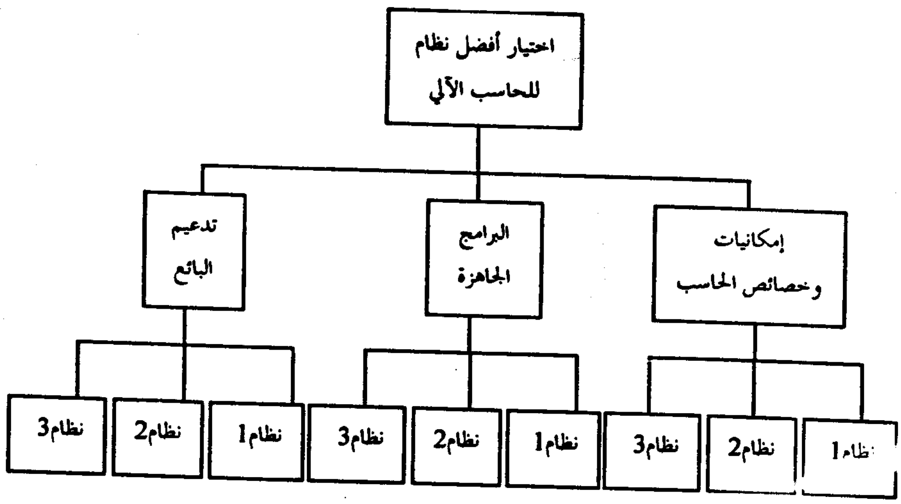
الحالة فإن عملية التحليل المتدرج يمكن أن تستخدم. وتعد هذه الطريقة من الطرق الحديثة التي تم نشرها بواسطة توماس سات في عام 1980.

وتتضمن هذه الطريقة عقد نوعاً من المقارنات الثنائية (الزوجية). وعادة ما يبدأ متخذ القرار عملية تحليله للقرار وفقاً لهذه الطريقة عن طريق رسم كل المراحل المتدرجة التي يمر بها هذا القرار. ومثل هذا العمل يساعد متخذ القرار في التعرف على كافة العوامل التي يمكن أن تؤثر في القرار، كذلك كافة البدائل المتاحة أمامه. ثم تبدأ بعد ذلك عملية المقارنة الزوجية والتي تنتهي بتحديد الوزن النسبي للعوامل، وكذلك التقييم الخاص بهذه العوامل. وتمثل هذه الأوزان والتقييم نفس التعبير الخاص بالأوزان والتقييم التي عرضنا لها في الجزء السابق، كما أن الفرد أيضاً يقوم باختيار ذلك البديل صاحب أعلى قيمة مرجحة بالأوزان تماماً مثلما حدث في الطريقة السابقة. دعنا نأخذ مثالاً لكي نوضح به هذه الطريقة.

بفرض أن السيد وليد قد قرر شراء نظام للحاسب الآلي وذلك حتى يستخدمه في أداء أعماله بالشركة. وقد قرر السيد وليد أن أهم العوامل التي يمكن أن تؤثر في قرار شراء هذا النظام هي: إمكانيات الجهاز ومواصفاته، والبرامج الجاهزة التي يمكن استخدامها مع النظام، وتدعيم البائع للمنتج. وقد قام السيد وليد بعد زيارته لعدد من الشركات التي تبيع نظم حاسبات متكاملة بتحديد اختياراته البديلة بين ثلاثة بدائل وهي النظام رقم (1)، والنظام رقم (2)، والنظام رقم (3). ويرغب السيد وليد في اختيار البديل الأفضل من بين هذه البدائل، وهو لا يستطيع أن يضع وزناً نسبياً لأهمية العوامل الثلاثة، كما لا يمكنه القيام بوضع قيم تعكس تقييمه لهذه العوامل الثلاثة في البدائل المتاحة أمامه.

في هذه الحالة لابد للسيد وليد أن يستخدم عملية التحليل المتدرج. ولكـــي يبدأ هذا التحليل لابد من القيام بوضع العوامل والبدائل في شكل متدرج. ويعبر الشكل رقم (3-4) عن هذا التدرج في القرار بالنسبة لمشكلة السيد وليد.

شكل رقم (3-4): التدرج في القرار بالنسبة لنظام الحاسب الخاص بالسيد وليد



ويلاحظ من الشكل أن هذا القرار الذي يواجه الســـيد وليـــد لـــه ثلاثـــة مستويات مختلفة. فالمستوى الذي يوجد في القمة يصف الموقـــف الإجمـــالي والنهائي للقرار فكما يظهر في الشكل نجد أن الموقف النهائي والعام للقـــرار هو قيام السيد وليد باختيار أفضل نظام للحاسب الآلي. أما المستوى الأوســـط في القرار فهو مستوى يصف تلك العوامل والتي يرى السيد وليد أنه لابد مـــن أخذها في الاعتبار عند اتخاذه للقرار بشأن نظام الحاسب. وبطبيعـــة الحـــال يستطيع متخذ القرار أن يختار عدد أكبر من العوامل أو البدائل فـــي قـــراره ولكن لأغراض التبسيط جعلنا المثال يتعامل مع ثلاثـــة عوامـــل فقـــط. أمـــا المستوى الثالث للقرار فهو يظهر لنا البدائل المتاحة أمام متخذ القرار والتـــي تتضمن الأنظمة الثلاثة للحاسب الآلي.

والمفتاح الرئيسي لهذه الطريقة- كما قلنا مــن قبـل - هـي اسـتخدام المقارنات الزوجية. فمتخذ القرار يحتاج إلى المقارنـة بيـن بديليـن وذلـك باستخدام مقياس يمتد من التفضيل المتساوي للبديلين إلـى تفضيـل مطلـق لأحدهما على الآخر. ويتكون المقياس من عدة مستويات تفضيل والتي تقع بين النقيضين السابقين. هذه المستويات والقيم المعطاة لها هي:

• تفضيل متساوي.	(1)
• من تفضيل متساوي إلى تفضيل لأحدهما على الآخر.	(2)
• تفضيل لحد ما لأحد البدائل على الآخر.	(3)
• من تفضيل لحد ما إلى تفضيل قوي لأحد البدائل.	(4)
• تفضيل قوي لأحد البدائل على الآخر.	(5)
• من تفضيل قوي إلى تفضيل قوي جداً لأحد البدائل على الآخر.	(6)
• تفضيل قوي جداً لأحد البدائل على الآخر.	(7)
• من تفضيل قوي جداً إلى تفضيل مطلق لأحد البدائل.	(8)
• تفضيل مطلق لأحد البدائل على الآخر.	(9)

وقد بدأ السيد وليد عملية المقارنة وذلك بالنظر إلى العـامل الأول وهـو عامل خصائص وصفات الحاسب ذاته وذلك بالنسبة للنظامين رقمـي (1)،(2). ويرى السيد وليد في هذه المقارنة أن النظام رقم (1) أفضل إلى حد مـا مـن النظام رقم (2) بشأن خصائصه وصفاته. ولهذا فقد استخدم السيد وليد الرقـم (3) في هذه الحالة (أنظر المقياس السابق). وقد أعقب ذلك قيام السـيد وليـد مقارنة النظام (1) مع النظام (3) بشأن الصفات والخصائص (نفس العـامل).

ويرى السيد وليد أن صفات وخصائص الناظم (1) أفضل بشكل مطلـــق مـــن صفات وخصائص النظام (3). ولهذا فقد أعطى النظام رقـــم (1) الرقـــم (9). وأخيراً، فقد قام السيد وليد بالمقارنة الأخيرة وهي المقارنة بين النظـــام رقـــم (2)، والنظام رقم (3) وذلك على نفس العامل وهو الصفـــات والخصـــائص. ويرى السيد وليد أن صفات وخصائص النظام (2) أفضل بشكل قوي إلى قوي جداً من خصائص وصفات النظام (3). ولذا فقد قام السيد وليد بإعطاء النظـــام (2) الرقم 6. وقد قام السيد وليد بإعداد مصفوفة المقارنة الزوجيـــة بالنســـبة للعامل الأول وهو صفات وخصائص نظام الحاسب كالتالي:

صفات وخصائص الحاسب	نظام(1)	نظام(2)	نظام(3)
نظام(1)		3	9
نظام(2)			6
نظام(3)			

والواقع أننا يمكننا من خلال هذه المصفوفة التعرف على تفضيلات الســيد وليد بالنسبة للأنظمة الثلاثة بشأن مواصفاتها وخصائصها، ومن خلال هـــذه المعلومات نستطيع باستخدام طريقة التحليل المتدرج أن نضع القيم التي تعـــبر عن تقييم هذا العامل بالنسبة للبدائل الثلاثة المتاحة أمام السيد وليد.

وإذا نظرنا إلى الركن الأيمن العلوي من المصفوفة وهـــو الـــذي يمثـــل المقارنة بين النظام (1) ونفسه سنجده خالياً. ولكن القاعدة هي أننـــا عندمـــا نقارن بين الشيء ونفسه فإننا لابد وأن نضع الرقم 1 في مكان المقارنة. ومـــن هنا يمكننا أن نضع الرقم 1 في الركن الأعلى للمصفوفة. ونفس الكلام يمكـــن أن يحدث بالنسبة للمقارنة بين نظام (2) ونفسه، وبيـــن النظـــام (3) ونفســـه. والواقع أن الرقم 1 يشير إلى تساوي التفضيل على المقياس السابق وهذا أمـــر منطقي أن لا يفضل الفرد الشيء على نفس الشيء. وبصفة عامة فـــي كـــل

مصفوفات المقارنة الثنائية لابد وأن يقوم الفرد بوضع الرقم 1 بشكل قطري في المصفوفة والذي يمثل مقارنة البديل مع نفسه.

وبغرض استكمال المصفوفة فإننا نستخدم المبدأ التالي. إذا كان أحد البدائل مفضل على البديل الآخر الذي يقارن به الضعف فإن العكس وهو تفضيل البديل الآخر على البديل المفضل هو النصف. ومن هنا فإن البديل الذي أخذ 3 درجات في تفضيله على البديل الآخر، فإن تفضيل البديل الأخير على البديل الفائز يكون $^1/_3$ .. وهكذا. وبتطبيق هذا المبدأ على المصفوفة الخاصة بالمقارنة الثنائية السابقة يمكننا القول بأن النظام (2) مقارنة بالنظام (1) سوف يحصل على تفضيل قدره $^1/_3$ (عكس تفضيل (1) على (2)). وبنفس المنطق فإن النظام (3) مقارنة بالنظام (1) قد حصل على تفضيل قدره $^1/_9$ نظراً لأن النظام (1) قد حصل على تفضيل قدره 9 بالمقارنة بالنظام (3). وأخيراً، فإن النظام (3) مقارنة بالنظام (2) قد حصل على تفضيل قدره $^1/_6$، حيث أن النظام (2) قد حصل على تفضيل قدره 6 نقاط مقارنة بالتفضيل رقم (3) ومن هنا يكون العكس هو $^1/_6$. والآن يمكننا النظر إلى المصفوفة الكاملة للمقارنة الثنائية بين البدائل الثلاثة وذلك بالنسبة للعامل الأول وهو صفات وخصائص النظام.

صفات وخصائص الحاسب	نظام(1)	نظام(2)	نظام(3)
نظام(1)	1	3	9
نظام(2)	$^1/_3$	1	6
نظام(3)	$^1/_9$	$^1/_6$	1

ويمكننا أن نبدأ حساب التقييم للعامل الأول وهو صفات وخصائص الحاسب بعد الانتهاء من عمل المقارنة الخاصة به. وحتى يمكننا ذلك فإنه من الأفضل أن نقوم بتحويل الأرقام في مصفوفة التفضيل من كسور اعتيادية إلى

كسور عشرية حتى تصبح عملية الحساب أيسر وكذلك القيام بجمع مجمـــوع الأعمدة في المصفوفة.

صفات وخصائص الحاسب	نظام(1)	نظام(2)	نظام(3)
نظام(1)	1	3	9
نظام(2)	0.3333	1	6
نظام(3)	0.1111	0.1667	1
مجموع العمود	1.4444	4.1667	16.0

وعقب القيام بذلك يتم قسمة الأرقام الموجودة في كل عمـــود بـــالمجموع الكلي للعمود ذاته والذي يؤدي إلى حصولنا على مصفوفة جديدة كالتالي:

صفات وخصائص الحاسب	نظام(1)	نظام(2)	نظام(3)
نظام(1)	0.6923	0.7200	0.5625
نظام(2)	0.2300	0.2400	0.3750
نظام(3)	0.0769	0.0400	0.0625

ولكي نحدد الأولويات الخاصة بعامل صفات وخصائص النظام بالنســـبة للبدائل الثلاثة فإننا ببساطة نقوم بحساب متوسط الصفوف التـــي توجـــد فـــي المصفوفة كالتالي:

الصفات والخصائص الخاصة بالنظام		
متوسط الصفوف	0.6583	-3/(0.5625 + 0.7200 + 0.6923)
	0.2819	- 3/(0.3750 + 0.2400 + 0.2300)
	0.0598	- 3/(0.0625 + 0.0400 + 0.0769)

ويمكن عرض نتائج هذا التحليل في الجدول رقم (3-6). ويتضح من خلال هذا الجدول أن تقييم العامل الأول بالنسبة للنظام (1) هو 0.6583، وتقييم العامل بالنسبة للنظام (3) هو 0.0598، ونفس الإجراءات تستخدم للحصول على التقييم بالنسبة للعوامل الأخرى (البرامج الجاهزة، وتدعيم البائع للنظم). ولكن قبل القيام بذلك فإننا لابد وأن نحدد أولاً إذا كانت إجابتنا متسقة من عدمه وذلك عن طريق قيامنا بحساب ما يسمى بمعامل الاتساق Consistency Rate. وحتى يمكننا حساب هذا المعامل فإننا نقوم بتحديد مجموع الصفوف المرجح بقيم أعمدة المصفوفة كالتالي:

جدول رقم (3-6): نتائج تقييم عامل الصفات والخصائص

العامل	نظام(1)	نظام(2)	نظام(3)
صفات وخصائص النظام	0.6583	0.2819	0.0598

$$\begin{pmatrix} 2.0423 \\ 0.8602 \\ 0.1799 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (9)(0.0598) & + & (3)(0.2819) & + & (1)(0.9583) \\ (6)(0.0598) & + & (1)(0.2819) & + & (0.3333)(0.6583) \\ (1)(0.0598) & + & (0.1667)(0.2819) & + & (0.1111)(0.6583) \end{pmatrix}$$

ويعقب القيام بذلك تحديد مصفوفة الاتساق وذلك عن طريق قسمة مجموع كل صف مرجح بقيم التقييم للعامل والتي سبق تحديدها في الجدول رقم (7-6) كالتالي:

$$\begin{pmatrix} 3.1025 \\ 3.0512 \\ 3.0084 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.6583/2.0423 \\ 0.2819/0.8602 \\ 0.0598/0.1799 \end{pmatrix} = \text{مصفوفة الاتساق}$$

ويعقب ذلك تحديد قيمتين أخرتين وهما قيمة (λ) Lambda Consistency Index (CI)، وذلك قبل أن نحسب المعامل الذي ترغب فيه وهو معامل الاتساق. وقيمة (λ) هي ببساطة شديدة متوسط مصفوفة الاتساق السابق حسابها:

$$3.0540 = 3/ [3.0084 + 3.0512 + 3.1025]$$

أما قيمة مؤشر الاتساق فهي تحسب عن طريق استخدام المعادلة التالية:

$$\text{مؤشر الاتساق} = \frac{\lambda - \text{ن}}{\text{ن} - 1}$$

حيث أن : ن هي عبارة عن عدد العناصر أو الأنظمة التي يتم مقارنتها.

وفي مثالنا فإن ن=3 حيث توجد 3 أنظمة للحاسب يتم المقارنة فيما بينها. ومن هنا يمكننا حساب قيمة مؤشر الاتساق كالتالي:

$$\text{معامل الاتساق} = \frac{3 - 3.0540}{1-3}$$

$$= 0.0270$$

وبذلك نكون في موقف يسمح لنا بحساب معامل الاتساق. ويتم حساب هذا المعامل عن طريق قسمة مؤشر الاتساق بمؤشر عشوائي Random Index (RI) والذي يتم تحديده عن طريق الجدول التالي:

ن	المؤشر العشوائي
2	0.00
3 ← ن -	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41

وبصفة عامة تكون قيمة معامل الاتساق مساوية:

$$\text{مؤشر الاتساق} = \frac{\text{مؤشر الاتساق}}{\text{المؤشر العشوائي}}$$

وبتطبيق ذلك على مثالنا فإن معامل الاتساق يساوي:

$$= \frac{0.0270}{0.58} = 0.0466$$

والأهم من حساب قيمة معامل الاتساق هو تفسير معناه. فما الذي يعنيه هذا الرقم الذي توصلنا إليه وأشرنا إليه بأنه معامل الاتساق. إن هذا المعامل يذكر لنا درجة الاتساق الخاصة بإجاباتنا عندما قمنا بمقارنة البدائل في صورة ثنائية. فكلما زاد هذا الرقم كلما دل ذلك على عدم اتساق اجاباتنا في المقارنة الثنائية بين البدائل، بينما الرقم الصغير يشير إلى وجود درجة عالية من الاتساق في إجاباتنا عند المقارنة. وبصفة عامة إذا كانت قيمة هذا المعامل

0.10 أو أقل فإن ذلك يشير إلى وجود درجة من الاتساق النسبي في الإجابات. أما إذا كان هذا المعامل قيمته أكبر من 0.10 فإن على متخذ القرار أن يقــوم بمراجعة إجاباته التي أعطاها لكل بديل عند قيامه بالمقارنة الثنائية والتي تعـد الأساس للمصفوفة المبني عليها كل العمليات الحسابية فيما بعد.

وتشير النتيجة التي توصلنا إليها بشأن معامل الاتساق أن إجابات الســيد وليد كانت إجابات تتصف بالاتساق حيث بلغ المعامل قيمـــة قدرهـــا 0.0466 وهي قيمة أقل من 0.10. ويعني ذلك أنه لا توجد حاجة إلى إعادة عملية التقييم الخاصة بالمقارنة الثنائية. والواقع أننا لو نظرنا إلـــى المصفوفـــة الخاصـــة بالمقارنة بين البدائل لوجدنا أن هذه النتيجة هي نتيجة منطقية. فبينما تم تفضيل النظام (1) إلى حد ما على النظام (2)، وفقد فضل علـــى النظـــام (3) بشـــكل مطلق فإن هذا معناه أن النظام (2) لابد وأن يفضل على النظام (3). وحيث أن هذا هو الموقف الذي حدث فإن المصفوفة تبدو متسقة في قيمها، وقد أيد ذلـــك معامل الاتساق الذي تم حسابه. وعلى الرغم من أن حســـاب هـــذا المعـــامل يستغرق بعض الوقت ويتطلب أداء بعض العمليات الحسابية المتعـــددة إلا أن حساب هذا المعامل يعد جـــزءاً أساســـياً ولا يتجـــزأ مـــن عمليـــة التحليـــل المتدرج بـــأسرها.

حتى الآن قمنا بحساب نتائج التقييم لعامل واحد وهو خصائص وصفـــات النظام مع حساب معامل الاتساق لهذا التقييم. والآن يمكننا القيام بـــأداء نفـــس العمليات الحسابية للعوامل الأخرى (البرامج الجاهزة، وتدعيم البائع للنظـــام). وبالمثل فإن نقطة البداية هي إيجاد مصفوفة المقارنة الزوجية ثم نستكمل نفس العمليات الحسابية والتي تمت من قبل على هذه المصفوفة حتى حساب معـــامل الاتساق. بفرض أن مصفوفتي المقارنة الزوجية للعاملين كانتا كالتالي:

البرامج الجاهزة	نظام(1)	نظام(2)	نظام(3)
نظام(1)			
نظام(2)	2		
نظام(3)	8	5	

تدعيم البائع	نظام(1)	نظام(2)	نظام(3)
نظام(1)		1	6
نظام(2)			3
نظام(3)			

ويمكننا أن نستخدم هاتين المصفوفتين في إجراء نفس العمليات الحسابية السابقة، دعنا نقوم بها.

البرامج الجاهزة	نظام(1)	نظام(2)	نظام(3)
نظام(1)	1	½	$^1/_8$
نظام(2)	2	1	$^1/_5$
نظام(3)	8	5	1

تدعيم البائع	نظام(1)	نظام(2)	نظام(3)
نظام(1)	1	1	6
نظام(2)	1	1	3
نظام(3)	$^1/_6$	$^1/_3$	1

ويتم تحويل الأرقام الاعتيادية إلى أرقام عشرية في الجدولين كالتالي:

البرامج الجاهزة	نظام(1)	نظام(2)	نظام(3)
نظام(1)	1	0.5000	0.1250
نظام(2)	2	1	0.2000
نظام(3)	8	5	1
مجموع العمود	11	6.5000	1.3250

تدعيم البائع	نظام(1)	نظام(2)	نظام(3)
نظام(1)	1	1	6
نظام(2)	1	1	3
نظام(3)	0.1667	0.3333	1
مجموع العمود	2.1667	2.3333	10

ويتبع ذلك القيام بحساب المصفوفة الجديدة لكلا العاملين عن طريق قسمة أرقام كل عمود على مجموعه كالتالي:

البرامج الجاهزة	نظام(1)	نظام(2)	نظام(3)
نظام(1)	0.0909	0.0769	0.09444
نظام(2)	0.1818	0.1539	0.1509
نظام(3)	0.7273	0.7692	0.7547

تدعيم البائع	نظام(1)	نظام(2)	نظام(3)
نظام(1)	0.4615	0.4286	0.6000
نظام(2)	0.4615	0.4286	0.3000
نظام(3)	0.0769	0.1428	0.1000

ولتحديد أولويات الخاصة بعاملي البرامج الجاهزة، وتدعيم البائع بالنسبة للبدائل الثلاثة فإننا لابد وأن نقوم بحساب متوسط الصفوف كالتالي:

البرامج الجاهزة		
متوسط الصفوف	0.0874	-3/(0.0944 +0.0769 + 0.0909)
	0.1622	- 3/(0.1509 + 0.1539 + 0.1818)
	0.7504	- 3/(0.7547 + 0.7692 + 0.7273)

البرامج الجاهزة		
متوسط الصفوف	0.4967	-3/(0.6000 + 0.4286 + 0.4615)
	0.3967	- 3/(0.3000 + 0.4286 + 0.4615)
	0.1066	- 3/(0.1000 + 0.1428 + 0.0769)

ويمكن عرض النتائج الخاصة بمتوسط الصفوف للعاملين (البرامج الجاهزة، وتدعيم البائع) في الجدول رقم [3-7] كالتالي:

جدول رقم [3-7]: نتيجة تقييم عاملي البرامج الجاهزة وتدعيم البائع

العامل	نظام(1)	نظام(2)	نظام(3)
البرامج الجاهزة	0.0874	0.1622	0.7504
تدعيم البائع	0.4967	0.3967	0.1066

ويمكننا القيام بحساب معامل الاتساق لكلا العاملين وذلك باستخدام نفس الإجراءات السابقة التي تم استخدامها من قبل. دعنا نقوم بحساب معامل الاتساق لعامل البرامج الجاهزة. وبطبيعة الحال سنبدأ بحساب الصفوف مرجحة بقيم الأعمدة كالتالي:

$$\begin{pmatrix} 0.2623 \\ 0.4871 \\ 2.2606 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (0.1250)(0.7504) + (0.5000)(0.1622) + (1)(0.0874) \\ (0.2000)(0.7504) + (1)(0.1622) + (2)(0.0874) \\ (1)(0.7504) + (5)(0.1622) + (8)(0.0874) \end{pmatrix}$$

ثم بعد ذلك نقوم بحساب مصفوفة الاتساق كالتالي:

$$\text{مصفوفة الاتساق} = \begin{pmatrix} 0.0874/0.2623 \\ 0.1622/0.4871 \\ 0.7504/2.2606 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3.001 \\ 3.003 \\ 3.013 \end{pmatrix}$$

ثم نقوم بحساب قيمة λ كالتالي:

$$3.0057 = 3/ [\ 3.013 + 3.003 + 10003]$$

ثم نقوم بحساب قيمة مؤشر الاتساق:

$$\text{مؤشر الاتساق} = \frac{3-3.0057}{1-3} = 0.00285$$

$$\text{معامل الاتساق} = \frac{0.00285}{0.58} = 0.0098$$

ويلاحظ أن هذا المعامل هو أقل من 0.10 بكثير مما يشير إلى أن درجة الاتساق في الإجابة كانت عالية جداً فيما يتعلق بالعامل الثاني وهو البرامج الجاهزة. كذلك يمكننا حساب نفس المعامل بالنسبة للعامل الثالث والأخير (تدعيم البائع) وبنفس الطريقة والخطوات السابقة:

$$\begin{pmatrix} 1.5330 \\ 1.2132 \\ 0.3216 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (6)(0.1066) & + & (1)(0.3967) & + & (1)(0.4967) \\ (3)(0.1066) & + & (1)(0.3967) & + & (1)(0.4967) \\ (1)(0.1066) & + & (0.3333)(0.3967) & + & (0.1667)(0.4967) \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 3.0864 \\ 3.0582 \\ 3.0169 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.4967/1.5330 \\ 0.3967/1.2132 \\ 0.1066/0.3216 \end{pmatrix} = \text{مصفوفة الاتساق}$$

قيمة λ= $[3.0169 + 3.0582 + 3.0864]/3 = 3.0538$

مؤشر الاتساق= $\frac{3-3.0538}{1-3} = 0.0269$

معامل الاتساق= $\frac{0.0269}{0.58} = 0.0464$

ويلاحظ أيضاً وجود درجة أتساق عالية في الإجابة على المقارنات الثنائية المتعلقة بالعامل الثالث والأخير وهو تدعيم البائع للمنتج لمباع.

ويمكننا الآن عرض نتائج تقييم العوامل الثلاثة في جدول واحـــد وهـــو الجدول رقم [3-8]:

جدول رقم [3-8]: نتائج تقييم العوامل الثلاثة لمشكلة السيد وليد

العامل	نظام(1)	نظام(2)	نظام(3)
صفات وخصائص النظام	0.6583	0.2819	0.0598
البرامج الجاهزة	0.0874	0.1662	0.7504
تدعيم البائع	0.4967	0.3967	0.1066

ويلاحظ أن الجدول رقم [3-8] شبيه بذلك الجـدول رقـم [3-2] والـذي توصلنا إليه بشأن مشكلة لسيد رؤوف في الجزء السابق مباشـرة. والفـارق الوحيد أننا قد توصلنا إلى القيم الموجودة في الجدول رقم [3-8] عن طريـق عملية التحليل المتدرج باستخدام المقارنات الزوجية.

وعقب تحديد تقييم العوامل تكون في حاجة إلى تحديد الوزن النسبي لـهذه العوامل. وعندما استخدمنا طريقة عملية التقييم متعدد العوامل فقد افترضنا أننا قادرون على وضع هذه الأوزان للعوامل بصورة شخصية. ولكننا هنا نستطيع أيضاً أن نستخدم طريقة أخرى تتلاءم مع عملية التحليل المتدرج لكي نحـدد أوزاناً نسبية لكل من صفات وخصائص النظام، والبرامج الجاهزة، وتدعيـم البائع وهي نفس طريقة المقارنة الزوجية مرة أخرى. بفرض أن السيد وليد قد قرر أن أهم عامل من العوامل الثلاثة هو البرامج الجاهزة. وبمقارنة الـبرامج الجاهزة مع صفات وخصائص الحاسب وجد السيد وليد أن البرامج تفضل عن الصفات وأن هذا التفضيل يتراوح بين تفضيل قـوي إلـى تفضيـل مطلـق (8 درجات)، وأن البرامج الجاهزة تفضل إلى حد ما علـى تدعيـم البـائع (3 درجات). وعندما قام السيد وليد بمقارنة تدعيم البائع مع صفات وخصائص الحاسب وجد أن تدعيم البائع أكثر أهمية من صفـات وخصـائص الحاسـب ولذلك فقد شعر السيد وليد أن تدعيم البائع يفضل إلى حد مـا علـى صفـات وخصائص الحاسب (3درجات). وباستخدام هـذه القيـم نسـتطيع أن نضـع مصفوفة التقييم الثنائي والتي من خلالها نستطيع حساب الوزن النسبي للعوامل الثلاثة المؤثرة في القرار. كذلك نحتاج إلى حساب معامل الاتساق لإجاباتنـا بشأن المقارنة الثنائية للعوامل. دعنـا أولاً نقـوم بحسـاب الـوزن النسـبي للعوامل لثلاثة:

العامل	الصفات والخصائص	البرامج الجاهزة	تدعيم البائع
صفات وخصائص النظام	1	$^1/_8$	$^1/_3$
البرامج الجاهزة	8	1	3
تدعيم البائع	3	$^1/_3$	1

ويمكننا أن نحول هذه الأرقام داخل المصفوفة من كسور اعتيادية إلى كسور عشرية مع حساب مجموع الأعمدة في المصفوفة:

العامل	الصفات والخصائص	البرامج الجاهزة	تدعيم البائع
صفات وخصائص النظام	1	0.1250	0.3333
البرامج الجاهزة	8	1	3
تدعيم البائع	3	0.3333	1
مجموع العمود	12	1.4583	4.3333

ويلي ذلك حساب أرقام المصفوفة الجديدة داخل الجدول عن طريق قسمة أرقام كل عمود على مجموعه كالتالي:

العامل	الصفات والخصائص	البرامج الجاهزة	تدعيم البائع
صفات وخصائص النظام	0.0833	0.0857	0.0769
البرامج الجاهزة	0.6667	0.6857	0.6923
تدعيم البائع	0.2500	0.2286	0.2308

ويمكننا الآن حساب الوزن النسبي عن طريق حساب متوسط كل صف (كل عامل) كالتالي:

الوزن النسبي للعوامل الثلاثة			
الصفات	$3/(0.0796 + 0.0857 + 0.0833)$		0.0820
البرامج	$3/(0.6923 + 0.6857 + 0.6667)$	=	0.6816
التدعيم	$3/(0.2308 + 0.2286 + 0.2500)$		0.2365

ولتحديد درجة الاتساق فلابد وأن نقوم بحساب معامل الاتساق كما يلي:

$$\begin{pmatrix} (1)(0.0820) + (0.1250)(0.6816) + (0.3333)(0.2365) \\ (8)(0.0820) + (1)(0.6816) + (3)(0.2365) \\ (3)(0.0820) + (0.3333)(0.6816) + (1)(0.2365) \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0.2460 \\ 2.0471 \\ 0.7097 \end{pmatrix}$$

ويتم حساب مصفوفة الاتساق:

$$\text{مصفوفة الاتساق} = \begin{pmatrix} 0.0820/0.2460 \\ 0.6816/2.0471 \\ 0.2365/0.7097 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 03000 \\ 3.0034 \\ 3.0021 \end{pmatrix}$$

ثم يتم حساب قيمة λ كالتالي:

$$\lambda = 3/[\,3.0021 + 3.0034 + 0.0003] = 3.0018$$

ثم يتم حساب مؤشر الاتساق:

$$\text{مؤشر الاتساق} = \frac{3-3.0018}{1-3} - 0.0009$$

$$\text{معامل الاتساق} = \frac{0.0009}{0.58} - 0.00155$$

ويلاحظ هنا وجود درجة ثبات عالية جداً في تقدير الأهمية النسبية للعوامل المستخدمة في اتخاذ القرار.

وحيث أننا قد وصلنا إلى نتائج تقييم العوامل، وكذلك الأهمية النسبية لهذه العوامل فإننا يمكننا الآن ضرب القيمتان معاً للبدائل الثلاثة حتى نصل إلى التقييم الكلي المرجح والذي يعد أساساً لاتخاذ القرار. ويظهر ذلك في الجداول من رقم [3-9] إلى رقم [3-11].

جدول رقم [3-9]: نتائج تقييم النظام الأول

العامل	وزن العامل		تقييم العامل		التقييم المرجح بالوزن
الصفات والخصائص	0.0820	×	0.6583	-	0.05398
البرامج الجاهزة	0.6816	×	0.0874	-	0.05957
تدعيم البائع	0.2365	×	0.4967	-	0.11742
المجموع					0.23097

جدول رقم [3-10]: نتائج تقييم النظام الثاني

العامل	وزن العامل		تقييم العامل		التقييم المرجح بالوزن
الصفات والخصائص	0.0820	×	0.2819	-	0.02312
البرامج الجاهزة	0.6816	×	0.1622	-	0.11056
تدعيم البائع	0.2365	×	0.3967	-	0.09378
المجموع					0.22746

جدول رقم [3-11]: نتائج تقييم النظام الثالث

العامل	وزن العامل		تقييم العامل		التقييم المرجح بالوزن
الصفات والخصائص	0.0820	×	0.0598	-	0.00490
البرامج الجاهزة	0.6816	×	0.7504	-	0.51147
تدعيم البائع	0.2365	×	0.1066	-	0.02520
المجموع					0.54157

ويمكننا إيجاز النتائج الخاصة بالتقييم للبدائل الثلاثة في الجدول رقم [3-12].

جدول رقم [3-12]: نتائج التقييم النهائي للنظم الثلاثة البديلة أمام السيد وليد

النظام أو البديل	التقييم الكلي المرجح
النظام(1)	0.2310
النظام(2)	0.2275
النظام(3)	0.5416

ويلاحظ أن على السيد وليد أن يقوم باختيار النظام الثالث حيث أن هذا النظام هو الذي قد حصل على أعلى درجة تقييم كلي مدمج بالوزن النسبي لأهمية العوامل.

تدريب رقم 3-1

□ لحظة من فضلك:

بفرض ان السيد وليد في مثالنا يرى بأن:

(1) أن النظام (1) هو نظام أفضل بشكل قوي جداً على النظام (2) وذلك من حيث خصائص الحاسب ذاته وان النظام (1) أفضل لحد ما على النظام (3)، وأن النظام (3) أفضل بشكل قوي من النظام (1).

(2) بخصوص البرامج الجاهزة يرى السيد وليد أن النظام (2) أفضل إلى حد ما على النظام (1) ولكنه أفضل من النظام (3) بشكل قوي جداً، وأن النظام (1) يتراوح تفضيله على النظام (3) بين تفضيل لحد ما إلى تفضيل قوي.

هل يمكنك أن تحدد البديل الأفضل للسيد وليد في هذه الحالة مع افتراض بقاء بقية العوامل ووزنها كما هي؟

مقارنة بين التحليل متعدد العوامل وبين التحليل المتدرج:

إن عملية التحليل متعدد العوامل تعد هامة في كثير من الحـــالات التـــي تتطلب منا القيام باتخاذ قرار ما. هذه الحالات تعبر عن تلك المواقـــف التـــي نكون فيها قادرين مع درجة عالية من الثقة والصحة في وضع الأوزان النسبية لأهمية العوامل المؤثرة في القرار، وكذلك في تحديد قيم التقييم الخاص بكـــل عامل منها بالنسبة كل بديل من البدائل المتاحة أمامنا. أما إذا كنا غير قـادرين على تحديد الوزن النسبي، والتقييم الخاص بالعوامل لكل بديل فلابد لنـــا مـــن استخدام عملية التحليل المتدرج. والعملية الأخيرة- كما رأينا- تنتهي بإعطـاء قيم تمثل الأوزان النسبية للعوامل المأخوذة في الحسبان عنـــد أخـذ القـــرار، وكذلك قيم التقييم الخاص بهذه العوامل بالنسبة لكل بديل من البدائل المتاحـــة أمامنا وهي نفس النتيجة التي نتوصل لها باستخدام طريقـــة التحليـــل متعـــدد العوامل. والفارق في طريقة الوصول إلى هذه القيم. فوفقاً لطريقـــة التحليـــل المتدرج تستخدم عملية التقييم الثنائي (المقارنة الثنائية) ثم تستخدم نتائج هـــذه المقارنة كمصفوفة تبنى عليها حساب كل القيم فيما بعد. كذلك نقوم بحســـاب معامل الاتساق حتى نعلم درجة الاتساق في إجاباتنا عنـــد قيامنـــا بالمقارنـــة الثنائية والاختيار بين البديلين. وعلى الرغم من أن هذه الطريقة تتضمن العديد من العمليات الحسابية إلا أنها طريقة أفضل من طريقة التحليل متعدد العوامل وذلك في المواقف التي نشعر فيها بدرجة عالية من الثقة في تقرير كـــل مـــن الوزن النسبي لأهمية العوامل، وكذلك في تقييم العوامل بالنسبة لكـــل بديـــل. ولحسن الحظ فإن الحاسب الآلي الآن يستطيع القيام بكافة العمليات الحســـابية اللازمة لاستخدام طريقة التحليل المتدرج.

تدريبات على الفصل الثالث

1- استخدم جدول العوائد في التمرين رقم (1) الخاص بالفصل الأول في رسم شجرة القرارات للمشكلة.

2- تفكر إحدى الشركات في إنتاج منتج ترفيهي جديد والذي يحتاج إما إلى بناء مصنع صغير الحجم أو بناء مصنع كبير الحجم. ويتوقف اختيار حجم المصنع على رد فعل السوق للمنتج، وتتوقع الإدارة وجود ثلاثة حالات للطلب متوقعة وهي طلب عالي، متوسط، طلب محدود (منخفض). ويعرض الجدول الثاني العوائد المتوقعة (في صورة ربح) وذلك بالمليون جنيه.

البدائل	حالات الطلب المتوقعة		
	منخفض	متوسط	عالي
مصنع كبير	50	200	500
مصنع صغير	150	200	200

قم برسم شجرة القرارات لهذه المشكلة.

3- قامت إحدى شركات الاستثمار العقاري بشراء قطعة أرض تقع إلى جوار البحر في منطقة العجمي. وتفكر الشركة في بناء مجموعة من العقارات على هذه الأرض كما تفكر في أنواع هذه العقارات. وأمام الشركة ثلاثة بدائل: بناء عمارات غير مرتفعة مع زيادة مساحة الشقق، بناء فيلات فاخرة، بناء عمارات مرتفعة مع مساحات صغيرة للشقق بداخلها، ونتيجة للركود الاقتصادي فإن الشركة تواجه صعوبة في تقدير حالات الطلب على هذه العقارات.

وقد قامت الشركة بتنمية جدول العوائد التالي والذي يعبر عن الأربـــاح او الخسائر المتوقعة بآلاف الجنيهات.

البدائل	حالات الطلب المتوقعة		
	منخفض	متوسط	عالي
عمارات غير مرتفعة	400	400	400
فيلات فاخرة	100	600	600
عمارات مرتفعة	300−	300	900

أ. إذا كانت احتمالات الطلب منخفض أو متوسط، او عــــالي هـــي: 0.2، 0.35، 0.45 على التوالي، قم برسم شجرة القرارات وحـــدد مـــا هـــو القرار الأمثل.

ب. بفرض أن شركة العقارات قد قررت القيام بدراسة مسحية لتقييم حالـــة الطلب للعقارات وسوف تكون نتائج الدراسة إما طلـــب ضعيـــف، أو طلب متوسط، أو طلب قـــوي، ومـــن الدراســـات الســـابقة للشـــركة الاستشارية اتضح ما يلي:

1- أن الدراسة قد تنبأت بوجود طلب ضعيف واتضــــح ان هنـــاك بالفعل طلب منخفض وذلك بنسبة 60%، كما تنبأت بوجود طلب ضعيف ولكن اتضح بالفعل وجود طلب متوسط وذلـــك بنســـبة 40%، وأخيراً تبلغ نسبة الدراسات التي تنبأت بوجـــود طلـــب ضعيف مع اتضاح وجود طلب عالي بعد ذلك 10%.

2- أن الدراسات التي تنبأت بوجود طلب متوسط اتضح انـــه طلبـــاً منخفضاً قد كانت نسبتها 30% وتلك التي تنبأت بوجـــود طلـــب متوسط واتضح أنه بالفعل طلب متوسط قد بلغت نسبة قدرهـــا

40% وأخيراً، فإن نسبة الدراسات التي توقعت وجـــود طلـــب متوسط واتضح أنه طلب عالي قد بلغت 40%.

3. ان نسبة الدراسات التي توقعت وجود طلب عالي واتضح فيمـــا بعد وجود طلب منخفض قد بلغت 10% وتلك التي تنبأت بوجود طلب عالي واتضح وجود طلب متوسط قد بلغت 20%، وأخـيراً فإن الدراسات التي تنبأت بوجود طلب عالي واتضـــح بـــالفعل وجود طلب عالي قد كانت نسبتها 50%.

أولاً: باستخدام هذه المعلومات قم بتنمية شجرة القرارات الجديدة وحدد مـــا هو القرار الأمثل.

ثانياً: ما هي قيمة المعلومات المبنية على العينة.

ثالثاً: حدد درجة كفاءة المعلومات المبنية على العينة.

4- بفرض أن الشركة في التمرين رقم (14) بالفصل الأول قد قررت الاستعانة بخدمة أحد المكاتب الاستشارية لتحديـــد التصـــرف المحتمـــل لمحطـــات التليفزيون وذلك في مقابل 2,500 جنيه ومن واقع الخبرات السابقة أمكـــن تنمية الجدول التالي:

الحالات المستقبلية المتوقعة	نتائج الدراسة	
	إيجابية	سلبية
رفض المسلسل	0.3	0.7
عرض لسنة	0.6	0.4
عرض لسنتين	0.9	0.1

أ. قم برسم شجرة القرارات لهذه المشكلة.

ب. ما هو القرار المثل لهذه المشكلة؟ وما هي القيمة المتوقعة لهذا القرار؟

ج. ما هي قيمة المعلومات المبنية على العينة؟ وهل المعلومات التي سوف يقدمها المكتب الاستشاري تساوي 2,500 جنيه؟

د. ما هي درجة كفاءة المعلومات المبنية على العينة؟

5- تفكر إحدى شركات الحاسب في إعداد برنامج لمراجعة قواعد اللغة وذلك لاستخدامه مع برامج الكتابة على الحاسب الآلي. وبناء على خبرة الشركة في الماضي فإن الإدارة قد استطاعت أن تقدر تكلفة إعداد العينة للبرنامج بغرض اختبارها بمبلغ 200,000 جنيه. فإذا كان أداء البرنامج الجديد أفضل إلى حد ما من أداء البرامج المماثلة والمتاحة الآن في السوق (تسمية الشركة نجاح متوسط) فإن الشركة تقدر إمكانية بيع حق هذا البرنامج لشركة أكبر للقيام بتنميته على نطاق كبير مقابل 600,000 جنيه، اما إذا كان أداء البرنامج الجديد أفضل بكثير من البرامج الموجودة (تسمية الشركة نجاح رئيسي) فإن الشركة تعتقد إنها يمكن أن تبيع هذا البرنامج في مقابل 1.2 مليون جنيه، وأخيراً فإنه إذا اتضح أن أداء البرنامج لا يزيد عن أداء البرامج المتاحة (تسمية الشركة فشل) فإن الشركة لن تستطيع بيع هذا البرنامج على الإطلاق.

أ. قم بتنمية شجرة القرارات لهذه المشكلة.

ب. إذا كانت تقديرات احتمالات حدوث الحالات المستقبلية كما يلي:

ح(فشل) = 0.7، ح (نجاح متوسط) = 0.2، ح(نجاح رئيسي) = 0.1 ماذا ينبغي على الشركة ان تفعل؟ وما هي القيمة المتوقعة للقرار؟

- بفرض ان الشركة قد استأجرت خدمة أحد الاستشاريين لمراجعة فكرة برنامجها الجديد وذلك مقابل 500 جنيه، وسوف يقوم الاستشاري إما

بالتوصية بعمل البرنامج المبدئي أو لا تقوم بعمله. وبناء على خبرة سابقة مع هذا الاستشاري أمكن للشركة وضع المعلومات التالية:

- أن نسبة الدراسات التي أوصت بعمل المنتج ولكنه فشل تبلغ 20% وتلك التي نحت نجاحاً متوسطاً 60% وتلك التي نجحت نجاحاً رئيسياً 90%.

ج. قم برسم شجرة القرارات الجديدة، ثم حدد ما هو القرار الأمثل وقيمته المتوقعة.

د. هل ينبغي على الشركة فعلاً استئجار هذه الخدمة الاستشارية ولماذا؟

6- باستخدام التمرين رقم (15) في الفصل الأول وبفرض أن شركة النقل تستطيع أن تتصل بنقابة النقل في بور سعيد لمعرفة ما إذا كانت حركة النقل فيها عالية أم منخفضة. فإذا كانت المعلومات أن حركة النقل بشكل عام في بور سعيد عالية فإن احتمالات الحصول على شحنة في العودة من بور سعيد سوف تزداد، وبفرض أن المعلومات التالية متوافرة من تقارير نقابة النقل السابقة:

- احتمال وجود حركة نقل عالية مع إمكانية وجود شحنة للعودة = 0.6.
- احتمال وجود حركة نقل منخفضة مع إمكانية وجود شحنة في العودة = 0.4.
- احتمال وجود حركة نقل عالية مع عدم وجود شحنة في العودة = 0.3.
- احتمال وجود حركة نقل منخفضة مع عدم وجود شحنة في العودة = 0.7.

أ. قم برسم شجرة القرارات باستخدام معلومات التمرين في الفصل الأول والمعلومة الإضافية الخاصة بالمعلومات من نقابة النقل في بورسعيد.

ب. ما هو القرار الأمثل؟ وما هي القيمة المتوقعة له؟

جـ. ما هي درجة كفاءة هذه المعلومات؟

٧- يواجه متجر الزعيم للملابس قرار خاص بشراء ملابس لموسم الصيف الذي يمكن أن تكون عرضة لطلب عالي او متوسط، او منخفض. ويستطيع المتجر أن يقوم بطلب هذه الملابس سواء في طلبية واحدة، او على طلبيتين، أو على 3 طلبيات وذلك قبل بداية الموسم ولكنه لا يستطيع الشراء خلال الموسم ذاته. ويعبر الجدول التالي عن الأرباح المتوقعة بالألف جنيه:

البدائل	حالات الطلب المتوقعة		
	طلب عالي	طلب متوسط	طلب منخفض
إصدار طلبية واحدة	60	60	50
إصدار طلبيتين	80	80	30
إصدار 3 طلبيات	100	70	10

- فإذا علمت أن مدير لمبيعات قد قام بوضع تقدير شخصي للطلب المحتمل ونظراً لطبيعته المتفائلة فإن تقديراته دائماً إما "ممتازة" أو "جيد جداً" وإذا كانت الخبرة السابقة مع هذا المدير توضح ما يلي:

- أن التنبؤ بوجود طلب ممتازة مع وجود طلب عالي بلغت نسبته 80% ووجود طلب ممتاز مع وجود طلب متوسط 75%، ووجود طلب ممتاز مع وجود طلب منخفض فعيلا 60%.

- أن تنبؤ المدير بوجود طلب "جيد جداً" مع وجود طلب عالي على المنتج بلغت نسبته 20%، مع وجود طلب متوسط بالفعل 25%، ومع وجود طلب منخفض 40%. فإذا كانت احتمالات الطلب الأولية هي: ح(طلب عالى)=0.3، ح(طلب متوسط)=0.3، ح(طلب منخفض)=0.4.

أ) قم برسم شجرة القرارات ثم حدد ما هو القرار الأمثل وما هي القيمة المتوقعة لهذا القرار؟

ب) ما هي قيمة المعلومات المبنية على العينة؟ وهل هذه المعلومات لها درجة كفاءة عالية؟

8- اتفقت هند مع سعاد على الذهاب إلى العمل في سيارة واحدة ويوجد أمامها طريقين من المنزل للعمل أو بالعكس ولكنهما اختلفا على تحديد ما هو الطريق الأمثل. فهند ترى أن طريق الكورنيش هو الطريق الأفضل من حيث السرعة، غير أن سعاد ترى أن اختناقات المرور على هذا الطريق تحدث كثيراً، وترى على الرغم من أن الطريق الثاني (الطريق الخارجي حول المدينة) هو الأفضل رغم أنه الأطول حيث لا توجد إختناقات كثيرة عليه. ويعبر الجدول التالي عن العوائد المتوقعة في صورة عدد الدقائق للاتجاه الواحد سواء من العمل للمنزل أو من المنزل للعمل.

البدائل	حالات الطلب المتوقعة	
	طريق الكورنيش مفتوح	طريق الكورنيش به اختناقات
طريق الكورنيش	25	45
الطريق الدائري الخارجي	30	30

ومن خلال القيادة على طريق الكورنيش لمدة 20 يوماً اتضح أنه يتعرض للاختناقات في المرور لمدة 3 أيام وهو ما اعتبرته هند وسعاد ممثلاً لكل الأيام في المستقبل.

غير أنه بعد فترة من القيادة على الطريق لاحظت كل من هند وسعاد أن حالة الطقس تؤثر على حالة المرور على طريق الكورنيش وقد قاما بتحديد 3

أنواع من الطقس وهي: المناخ صحو- وجود غيوم - وجود أمطار، ومن الخبرة السابقة مع هذه الأجواء أمكن تحديد النسب التالية:

- أن احتمالات وجود جو صحو مع وجود طريق الكورنيش مفتوح بالفعل هو 80%، بينما احتمالات وجود جو صحو مع وجود اختناقات مرورية على الطريق هي 10%.
- إن احتمالات وجود طريق الكورنيش مفتوح بالفعل تبلغ 20%، واحتمالات وجود غيوم مع وجود اختناقات مرور على الطريق قد بلغت 30%.
- إن احتمالات وجود أمطار مع وجود طريق الكورنيش مفتوحاً بالفعل هي صفر%، بينما احتمالات وجود أمطار مع وجود اختناقات مرور على الطريق قد بلغت 60%.

أ) باستخدام هذه المعلومات قم برسم شجرة القرارات.

ب) حدد ما هو الطريق الأفضل لهند وسعاد.

ج) ما هي قيمة المعلومات المبنية على عينة؟ وما هي درجة كفاءتها؟

9- تفكر إحدى الشركات في ما إذا كان من الأفضل لها أن تقوم بتصنيع جزء من الأجزاء الداخلة في إنتاج منتجاً لها أو أن تقوم بشراء هذا الجزء بدلاً من تصنيعه. إذا كان الطلب على المنتج عالي فإن الشركة سوف تربح من وراء تصنيع هذا الجزء، أما إذا كان الطلب على المنتج منخفض فإن تكلفة تصنيع الجزء سوف تكون عالية. ويعبر الجدول التالي عن الربح المتوقع (بالألف جنيه) في ظل البديلين:

البدائل	حالات الطلب المتوقعة		
	منخفض	متوسط	عالي
تصنيع الجزء	20-	40	100
شراء الجزء	10	45	70

فإذا كانت احتمالات حدوث حالات الطلب منخفض، متوسط، وعـــالي هي 0.35، 0.35، 0.30 على التوالي.

وتشير دراسة السوق التي قامت بها الشركة إلى وجود نتيجتين وهمـــا مشجعة أو غير مشجعة. ومن واقع النتائج السابقة لدراسات الســـوق أمكن الحصول على المعلومات التالية:

- إن احتمالات نتائج مشجعة مع وجود طلب منخفض بالفعل هي 10%، ومع وجود طلب متوسط هي 40%، ومع وجود طلب عـــالي بـــالفعل هي 60%.
- إن احتمالات نتائج غير مشجعة مع وجود طلب منخفض بالفعل هـــي 90%، ومع وجود طلب متوسط هي 60%، ومع وجود طلب عـــالي هي 40%.

أ) ما هي احتمالات أن نتائج دراسة السوق هـــذه المـــرة ســـوف تكـــون مشجعة؟

ب) ما هو أفضل قرار بالنسبة للشركة.

ج) ما هي قيمة المعلومات الخاصة بالسوق والمبنية على العينة؟

د) ما هي درجة كفاءة هذه المعلومات؟

10-إذا كانت إحدى عمليات الرقابة تتضمن القيام بفحص شامل بنسبة 100% لكل الأجزاء التي ترد من الموردين. وتشير البيانات التاريخية إلى نســـب العيوب التي تم إكتشافها.

النسبة المعيبة	الاحتمالات
صفر	0.15
1	0.25
2	0.40
3	0.20

كلف عملية الفحص الشامل بنسبة 100% للأجزاء التي يتم استقبالها 250 يه لكل شحنة والتي يوجد بها 500 جزءاً. أما إذا لم يتم فحص الشحنة بة 100% فإن الأجزاء المعيبة تسبب مشكلة في العملية الإنتاجية فيما بعد. كلف عملية إعادة العمل 25 جنيهاً لكل جزء معيب.

أ) قم بإستكمال جدول العوائد التالي حيث يمثل الأرقام التكلفة الإجمالية:

الفحص	النسبة المعيبة			
	صفر	1	2	3
فحص 100%	250	250	250	250
عدم فحص 100%				

ب) إذا قرر المدير استبعاد عملية الفحص بنسبة 100% حتى يستطيع أن يوفر تكلفة الفحص (250 جنيهاً) للشحنة فهل توافق على هذا القرار؟

ج) قم برسم شجرة القرار لهذه المشكلة؟

قام ثلاثة متخذين للقرار بتحديد المنفعة الخاصة لجدول العوائد التالية (العائد بالجنيه)

بدائل القرار	الحالات المستقبلية المتوقعة		
	س1	س2	س3
ق1	20	50	-20
ق2	80	100	-100

كانت احتمالات تساوي العائد المؤكد مع العائد المحتمل عند الأفراد الثلاثة لي:

العائد	احتمالات تساوي العائد المؤكد والمحتمل		
	متفادي المخاطر	متقبل المخاطر	محايد تجاه المخاطر
100	1	1	1
80	0.95	0.70	0.90
50	0.90	0.60	0.75
20	0.70	0.45	0.60
20-	0.50	0.25	0.40
100-	صفر	صفر	صفر

أ) بالنسبة للعائد 20 جنيهاً ما هو مقدار علاوة المخاطر بالنسبة للفـــرد متفادي المخاطر والذي هو على استعداد لدفعه لتجنب المخاطرة؟

ب) بالنسبة للعائد 20 جنيهاً ما هو مقدار علاوة المخاطر بالنسبة للفـرد متقبل المخاطر والذي هو على استعداد لدفعه لكـــي يحصـــل علـــ فرصة أكبر قدر من العائد.

12- في المشكلة السابقة(11) لو أن احتمال س1=(0.25)، واحتمـــال س2= (0.50)، واحتمال س3=(0.25). وبإستخدام مفهوم المنفعة ما هو القـوار الأفضل لكل نوع من أنواع متخذي القرار؟

13- إحدى الشركات أمامها 3 بدائل للاستثمار. ويعبر الجدول التـــالي عـ العوائد المتوقعة (بالألف جنيه) والاحتمالات الخاصة بكل منها:

الاستثمار	الظروف الاقتصادية		
	تتحسن	مستقرة	تتدهور
(1)	100	25	صفر
(2)	75	50	25
(3)	50	50	50
الاحتمالات	0.40	0.30	0.30

أ) باستخدام مفهوم القيمة النقدية المتوقعة ما هو القرار الأفضل؟

ب) باستخدام يانصيب يمكن أن يحصل منه الفرد علـــى 100.000جنيـــه باحتمال قدره (ح)، ومقدار صفر بإحتمال قدره(1−ح) عـــبر فرديـــن متخذين القرار عن إحتمالات تساوي العائد المؤكد مع العائد المحتمـــل كالتالي:

العائد	احتمالات تساوي العائد المؤكد مع الاحتمالي	
	متخذ القرا (أ)	متخذ القرار (ب)
75.000	0.80	0.60
50.000	0.60	0.30
25.000	0.30	0.15

1) أوجد أفضل قرار لكل فرد باستخدام مفهوم المنفعة المتوقعة بفرض أن منفعة أكبر عائد تساوي (100)، ومنفعة أصغر عائد تساوي (10).

2) وضح لماذا لم يأخذ كل من (أ)، (ب) نفس القرار؟

14- إذا علمت أن هناك يانصيب تجربة جمعية خيرية وثمن الورقة 2 جنيه، وبفرض أن العائد المتوقع بالجنيه قد توافر لك لكي تتخذ القرار بشـــواء أو عدم شراء أوراق اليانصيب:

بدائل القرار	الحالات المستقبلية المتوقعة	
	تربح	لا تربح
شراء ورقة اليانصيب	300.000	2-
عدم شراء ورقة اليانصيب	صفر	صفر

أ- لو أن التقدير الواقعي لإحتمالات أن تربـــح هـــي 1 فـــي 250.000 فرصة. بإستخدام القيمة النقدية المتوقعة لتحديد قرارك؟

ب- لو أن أحد الأفراد قد وضع احتمالات تساوي العائد الخاص بالمخاطرة مع المؤكد بمقدار 0.000001 وذلك للعائد النقدي صفر فهل يقوم هذا

الفرد بشراء ورقة اليانصيب (استخدام مفهوم المنفعة المتوقعة للتدليل على رأيك).

15- تفكر إحدى الشركات في شراء بوليصة تأمين على مبناها الجديد في الإسكندرية. وتبلغ التكلفة السنوية للبوليصة 10.000 جنيه. ولو أن هذه الشركة لم تؤمن على المبنى وحدث حريق بسيط فيه فإن الخسارة تقدر بمبلغ 100.000 جنيه، وتكلفة حريق يدمر المبنى بالكامل 200.000 جنيه. ويعبر الجدول التالي عن العوائد واحتمالات الحالات المستقبلية المتوقعة:

البدائل	التلفيات		
	لا يوجد	حريق صغير	حريق كبير
شراء بوليصة التأمين	10.000	10.000	10.000
عدم شراء بوليصة تأمين	صفر	100.000	200.000
الاحتمالات	0.96	0.03	0.01

أ) بإستخدام مفهوم القيمة النقدية المتوقعة ما هو القرار الأمثل للشركة.

ب) بفرض أننا قد وجدنا الاحتمالات التالية تعبر عن تساوي العائد (التكلفة) المؤكد مع العائد المحتمل وذلك بإستخدام قيمة منفعة لأفضل عائد =10، ولأسوأ عائد تساوي (صفر):

التكلفة	احتمالات تساوي العائد المؤكد مع المحتمل
10.000	0.99
100.000	0.60

ما هو أفضل قرار بإستخدام المنفعة المتوقعة؟

ج) هل تفضل إستخدام مفهوم القيمة النقدية أم مفهوم المنفعة المتوقعة في هذا القرار؟ ولماذا؟

16- بفرض أن أحد المنتجات الجديدة قد تم توقع الأرباح له مع احتمالات حدوثها كما يلي:

الربح	الاحتمالات
150.000	0.10
100.000	0.25
50.000	0.20
0	0.15
50.000-	0.20
100.000-	0.10

أ) باستخدام مفهوم القيمة النقدية المتوقعة ما هو القرار الأمثل (هل نقوم بتسويق المنتج الجديد أم لا نقوم بذلك؟

ب) نتيجة للتذبذب في سعر العملة الأجنبية اللازمة لشراء المادة الخام لإنتاج المنتج الجديد، ولسبب احتمالات وجود خسارة قدرها 100.000 جنيه فإن مدير التسويق قد أبدى بعض التحفظات على استخدام مفهوم القيمة النقدية المتوقعة. ونتيجة لذلك طلب استخدام مفهوم المنفعة المتوقعة. وبفرض أ، أفضل عائد منفعته=1، وأسوأ عائد منفعته=صفر ما هو أفضل قرار إذا علمت أن احتمالات تساوي العائد المؤكد مع العائد المحتمل كان كما يلي:

الربح	احتمالات تساوي العوائد
100.000	0.95
50.000	0.75
صفر	0.50
50.000-	0.25

17- يفكر أحمد في الحصول على درجة ماجستير في إدارة الأعمال وهو يقارن بين جامعتين تقدمان هذه الدرجة. وعندما سأل أحمد عن كيفية مقارنته للجامعتين على معيار سمعة الجامعة أجاب بأنه يفضل الجامعة (أ) بشكل قوي، ويفضل الجامعة (ب) بشكل قو ي جداً.

المطلوب:

أ) قم بتنمية مصفوفة المقارنة الثنائية لهذه المشكلة؟

ب) قم بتحديد أولويات أحمد للجامعتين بالنسبة لمعيار السمعة؟

18- تفكر إحدى الشركات في إعادة توطين مركزها الرئيسي في موقع جديد وأمام الشركة الآن ثلاثة مواقع بديلة في ثلاث مدن مختلفة. وتعبر مصفوفة المقارنة الثنائية التالية عن تقديرات رئيس الشركة بالنسبة لرغبته للمدن الثلاثة:

	المدينة (1)	المدينة (2)	المدينة(3)
المدينة (1)	1	5	7
المدينة (2)	3	1	
المدينة (3)			1

المطلوب:

أ) قم بإستكمال المصفوفة الخاصة برغبة رئيس الشركة للمدن الثلاث.

ب) قم بتحديد الأولويات الخاصة بالمدن الثلاث.

ج) هل تعتقد أن رئيس الشركة كان متسقاً في تفضيلاته وتقديراته؟ ولماذا؟

19- يعرض الجدول الخاص بمصفوفة المقارنة الثنائية للتقديرات الخاصة بأحد الأفراد وذلك بالنسبة لعدالة نظامين مقترحين للأجور؟

	أ	ب
أ	3	1
ب	1	$\frac{1}{3}$

والمطلوب:

أ) قم بتحديد الأولويات الخاصة للنظامين؟

ب) هل تعتقد أن تقدير هذا الفرد متسقاً؟ ولماذا؟

20) بسؤال أحد الأفراد عن تركيب ثلاثة أنواع من المياه الغازية وذلك بالنسبة للنكهة الخاصة بهم، أجاب الفرد كما يلي:

- أنه يفضل المنتج أ إلى حد ما على المنتج ب.

- أنه يفضل المنتج أ من تفضيل متساوى إلى تفضيل له على المنتج ج.

- أنه يفضل المنتج ب بتفضيل قوى على المنتج ج.

المطلوب

أ) قم بعمل مصفوفة المقارنة الثنائية لهذه المشكلة؟

ب) قم بتحديد أولويات هذا الفرد للمنتجات الثلاث بإستخدام معيار النكهة.

ج) قم بحساب معامل الإتساق. هل تعتقد أن تقديرات هـــذا الفـــرد تقديـــرات متسقة؟ ولماذا؟

21) لو فرضنا في المشكلة السابقة (تمرين 20) أن الفرد قـــد قـــام بإعطـــاء التقديرات التالية بدلاً من تقديراته السابقة.

- أنه يفضل المنتج أ بشكل قوى عن المنتج ج.

- أنه يفضل أ بشكل متساوى إلى تفضيل له على المنتج ج.

- أنه يفضل المنتج ب بشكل قوى على المنتج ج.

المطلوب:

أ) قم بتنمية مصفوفة المقارنة الثنائية لهذه المشكلة.

ب) قم بتحديد أولويات هذا الفرد للمنتجات الثلاثة بإستخدام معيار النكهة.

ج) قم بحساب معامل الاتساق. هل تعتقد أن تقديرات هذا الفرد هي تقديـــرات متسقة؟ ولماذا؟

22- يرغب مدير المبيعات في شركة سمراء في تحديد المكان الأمثل لإجتماع مندوبي المبيعات الموزعين على المنطقة العربية كلها. وقد تم تحديــــد 3 مواقع بديلة لهذا الاجتماع:
القاهرة، وبيروت، وتونس، ويعد أحد المعايير الهامة في اختيار المكان هو درجة جاذبيته من حيث توافر المطاعم، وأماكن الترفيه. إلخ. وقد قام مدير المبيعات بإعطاء التقديرات التالية بالنسبة لهذا المعيار:

- تونس مفضلة بشكل قوي جداً على القاهرة.
- تونس مفضلة لحد ما على بيروت.
- بيروت مفضلة بشكل من تفضيل إلى ىحد ما إلى تفضيـــل قـــوى علـــى القاهرة.

والمطلوب:

أ) قم بتنمية مصفوفة المقارنة الثنائية لهذه المشكلة.
ب) قم بتحديد أولويات هذا المدير على معيار جاذبية الموقع.
ج) هل تعتقد أن هذا المدير كان متسقاً في تقديراته ؟ولماذا؟

23- في دراسة لمقارنة 4 أنواع من الحاسبات الشخصية قد انتهت إلى تحديـد مصفوفة المقارنة الثنائية التالية وذلك بالنسبة لمعيار الأداء الخاص بكـــل حاسب.

	1	2	3	4
1	1	3	7	
2		1	4	
3			1	
4	3	4	6	1

والمطلوب:

أ) قم بإستكمال مصفوفة المقارنات الزوجية (الثنائية) السابقة.

ب) قم بتحديد أولويات هذا الفرد للحاسبات الشخصية الأربعة علـــى معيـــار الأداء.

ج) هل تعتقد أن هذا الفرد كان متسقاً في تقديراته؟ ولماذا؟

24- يرغب أحد الأفراد في تحديد أي نوع من نوعى الأسهم يمكن أن يستثمر فيهما وهما سهم شركة الراجح، وسهم شركة زينة. ويرى الفرد أن هنـــاك معيارين يمكن استخدامهما في التقييم وهما العائد الذي يعطيه كل ســـهم، ومخاطره. وقد أعطى الفرد التقديرات التالية لكل من العائد والمخاطر.

	العائد	
	الراجح	زينة
الراجح	1	3
زنية	$\frac{1}{3}$	1

	العائد	
	الراجح	زينة
الراجح	1	$\frac{1}{2}$
زينة	2	1

	المعيار	
	العائد	المخاطر
العائد	1	2
المخاطر	$\frac{1}{2}$	1

أ) قم بتحديد الأولويات الخاصة بكل مصفوفة. هل تعتقد أن التقديرات متسقة؟

ب) قم بتحديد الأولوية الكلية للإستثمارين.

25- يرغب رئيس مجلس إدارة شركة النور في اختيار مدير تسـويق جديـد للشركة. وقد تقدم له فردين وهما حسين، ووائل، ويرى رئيـس مجلـس الإدارة أن معايير التفضيل والمقارنة بين الفردين هي القدرة على القيـادة، والمهارات الشخصية، والمهارات الإدارية. وقـد تـم الحصـول علـى مصفوفات التقديرات الثنائية التالية:

	المعيار		
	القيادة	المهارة الشخصية	المهارة الإدارية
القيادة	1		
المهارة الشخصية	3	1	2
المهارة الإدارية	4		1

	القيادة	
	حسين	وائل
حسين	1	4
وائل	1	

	المهارات الشخصية	
	حسين	وائل
حسين	1	
وائل	3	1

	المهارات الإدارية	
	حسين	وائل
حسين	1	2
وائل		1

والمطلوب:

أ) قم بإستكمال المصفوفات الأربعة؟

ب) حدد الأولويات لكل مصفوفة من مصفوفات معايير الاختيار.

ج) حدد الأولوية الكلية لكل مرشح.

26- تفكر إحدى السيدات في شراء استريو لسيارتها. وقد حددت ثلاثة بدائـل (أ،ب،ج) والذين يختلفون في كل من السعر، وجـودة الصـوت، ومـدى استقباله لنظام Fm. وقد حددت المصفوفات التالية للمقارنات الثنائية علـى هذه المعايير.

	المعيار		
	السعر	الجودة	استقبال FM
السعر	1	3	4
الجودة		1	3
استقبال FM			1

	السعر		
	أ	ب	ج
أ	1	4	2
ب		1	
ج		3	1

	جودة الصوت		
	أ	ب	ج
أ	1		
ب	2	1	
ج	4	3	1

	استقبال FM		
	أ	ب	ج
أ	1	4	2
ب		1	1
ج			1

المطلوب:

أ) قم باستكمال المصفوفات الأربعة.

ب) حدد الأولويات الخاصة بكل مصفوفة من مصفوفات معايير الاختيار.

ج) حدد الأولوية الكلية للمنتجات الثلاثة.

الفصل الـرابع

تحليل ماركوف

الفصل الرابع

تحليل ماركوف

إن أسلوب تحليل ماركوف Markov Analysis هو أسلوب يتعامل مع احتمالات حدوث حدث معين في المستقبل مستنداً إلى تحليل بعض الاحتمالات المعروفة لنا حالياً. ومثل هذا الأسلوب له العديد من التطبيقات في دنيا الأعمال مثل تحليل الشركة في السوق، أو التنبؤ بوجود بعض الديون السيئة، أو التنبؤ بعدد الطلاب المتوقع أن يسجلوا في أحد برامج الجامعة، أو تحديد درجة الاعتمادية على أحد الآلات... ألخ.

- ويبدأ تحليل ماركوف بافتراض أساسي وهو أن أي نظام يبدأ في، ظل موقف أو حالة مبدئية. على سبيل المثال قد يوجد شركتان متنافستان في السوق وكل منهما حالياً يحصل على 40%، 60% من مبيعات السوق على التوالي. ومثل هذا الموقف أو الحالة هي التي يطلق عليها اسم الموقف المبدئي أو الحالة المبدئية. وقد يحدث أن يتغير حجم السوق الخاص بكل من الشركتين في الشهر القادم ويتغير إلى 45%،55% على التوالي. والتغير إلى مثل هذا الوضع الجديد يتطلب معرفة احتمالات التغير من الموقف المبدئي إلى الموقف الجديد. وفي الحياة العملية يمكن القيام بجميع هذه الاحتمالات ووضعها في مصفوفة أو جدول. وتعرف هذه المصفوفة باسم مصفوفة التغير وهي التي توضح ما هي الاحتمالات الخاصة بتغير الحدث من الموقف المبدئي إلى الموقف الجديد في المستقبل. ومثل هذه العملية والتي يطلق عليها تحليل ماركوف تمكنا من خلال ذلك بالتنبؤ بما يمكن حدوثه في المستقبل.

وفي عرضنا لتحليل ماركوف سوف نقتصر على عرض هذا التحليل الذي يتبع أربعة افتراضات أساسية وهي:

1- أن هناك عدد محدد ونهائي من المواقف الممكنة.

2-أن احتمالات تغير الموقف من وقت لآخر تظل كما هي ثابتة دون تغيير أي أن احتمالات التغير من الفترة ن إلى الفترة ن+1، هي نفس الاحتمالات الخاصة بالتغير من الفترة ن+1 إلى الفترة ن+2 ... الخ.

3- أنه يمكننا التنبؤ بأي موقف في المستقبل من خلال مصفوفة التغير وأيضاً من خلال المعرفة بالموقف الحالي.

4- أن حجم النظام الذي نستخدمه في التنبؤ يظل دون تغيير خلال قيامنا بعملية التحليل.

المواقف واحتمالات حدوثها:

إن مصلح المواقف States يستخدم لتحديد كافة الظروف الممكنة الخاصة بعملية ما أو نظاماً ما. فعلى سبيل المثال يمكن للآلة أن توجد في أحد موقفين في أي وقت من الأوقات. فهي إما أن تكون في حالة عمل صحيح أو أن تكون في حالة لا تعمل فيها بشكل صحيح. ويمكننا القول بأن عمل الآلة بشكل صحيح هو الموقف الأول، وأن عمل الآلة بشكل غير صحيح هو الموقف الثاني.

وبطبيعة الحال يمكننا أن نحدد المواقف المختلفة لأي عملية أو أي نظام. فلو أن هناك – مثلاً – ثلاثة متاجر للبقالة في المنطقة فإن المستهلك يمكن أن يكون عميلاً يتعامل مع أحد هذه المتاجر في أي وقت من الأوقات. ومن هنا فإن هناك ثلاثة مواقف تخص المتاجر الثلاثة. ولو أن طالباً يستطيع أن

يحصل على مقرر واحد من مقررات ثلاثة فإن كـــل مقـــرر منـــهم يمكـــن اعتباره موقفاً.

وفي تحليل ماركوف فإننا أيضاً نفترض أن المواقف التي تحددهـــا هـــي شاملة لكل المواقف الممكنة وأنها لا يمكن أن تتقاطع معاً في أي لحظة مـــن اللحظات. ويفترض تحليل ماركوف – كما ذكرنا من قبل – أننا نســـتطيع أن نجد كل المواقف المختلفة لأي عملية أو نظام حيث أن هذه المواقف محـــددة ونهائية. أما عدم تقاطع المواقف يعني أن النظام لا يمكن أن يكـــون إلا فـــي موقف واحد في نفس الوقت. فلا يمكن للنظام أن يكون في أكثر من موقف في نفس الوقت. فالطالب لا يمكن أن يكون متخصصاً في أكثر من مجال معرفـــة في نفس الوقت، والمستهلك يمكن أن يكون مستهلكاً لمتجراً معيناً فـــي وقـــت معين ولكن ليس مستهلكاً لعدة متاجر في نفس الوقت.. وهكذا.

وبعد القيام بتحديد المواقف المحتملة تكون الخطوة التاليـــة هـــي تحديـــد احتمالات وجود النظام في كل موقف من هذه المواقف. ويتـــم وضـــع هـــذه الاحتمالات فيما يعرف باسم مصفوفة احتمالات المواقف بالصورة التالية:

πر-(π1، π2، π3،...،πن)

حيث أن:

πر = مصفوفة احتمالات المواقف في الزمن ز

π1،π2،π3،...،πن= هي احتمالات وجود النظام فـــي الموقـــف 1، أو الموقف 2، أو الموقف3،...، إلى الموقف ن.

وفي بعض الحالات، حيث نكون في حالة تعامل مع شئ واحد، مثل آلـــة واحدة، فإنه يكون من السهل أن نحدد بدرجة تأكد تام في أي موقف ســـيكون

هذا الشئ. فعلى سبيل المثال، لو أننا نتعامل مع آلة واحدة، فإننا نعرف ما إذا كانت هذه الآلة تعمل بشكل صحيح أم لا. فإذا عرفنا أن الآلة تعمل بشكل صحيح الآن فإن مصفوفة الموقف تصبح:

$$\pi 1 = (1، صفر)$$

حيث أن:

$\pi 1$ = مصفوفة الموقف الخاصة بالآلة في الفترة الزمنية 1.

$\pi 1$=1= احتمالات وجود الآلة في الموقف الأول (الآلة تعمل بشكل صحيح).

$\pi 2$=صفر= احتمالات وجود الآلة في الموقف الثاني (الآلة تعمل بشكل غير صحيح).

ولكن في معظم الحالات نجد أنفسنا نتعامل مع أكثر من شئ أو عنصر في وقت واحد. دعنا ننظر إلى مصفوفة موقف الخاصة بمجموعة من الأفراد يعيشون في منطقة جغرافية معينة والتي يوجد بها ثلاثة متاجر بقالة. ويقدر عدد الأفراد في المنطقة بحوالي 100.000 فرد وجميعهم متسوقون ما يحتاجون إليه من مواد غذائية من هذه المتاجر الثلاثة في كل شهر. ويقدر عدد الأفراد الذين يشترون من المتجر الأول بحوالي 40.000، وسوف نطلق على هذا اسم الموقف (1). بينما يقدر عدد الذين يتسوقون من المتجر الثاني بحوالي 30.000، وسوف نطلق على هذه الحالة اسم الموقف(2). وأخيراً فإن حوالي 30.000 فرد يقومون بالشراء من المتجر الثالث، وسوف نسمي هذه الحالة الموقف (3). ومن البيانات السابقة يمكننا أن نحدد احتمالات قيام فرد ما بالتسوق في واحد من هذه المتاجر الثلاثة كالتالي:

الموقف1: المتجر الأول: %40=0.40=100.000/40.000

الموقف 2: المتجر الثاني: %30=0.3=100.000/30.000

الموقف 3: المتجر الثالث: %30=0.3=100.000/30.000

ومن الممكن وضع هذه الاحتمالات في صورة مصفوفة احتمالات الموقف كالتالي:

$$(0.3،0.3،0.4) = 1\pi$$

حيث أن :

1π= هو مصفوفة احتمالات الموقف بالنسبة للمتاجر الثلاثة.

0.4 = احتمالات قيام الفرد بالتسوق في المتجر الأول – الموقف 1

0.3 = احتمالات قيام الفرد بالتسوق في المتجر الثاني – الموقف 2

0.3= احتمالات قيام الفرد بالتسوق في المتجر الثالث – الموقف 3.

ويلاحظ أن الاحتمالات التي توجد داخل المصفوفة هي احتمالات تمثل أيضاً حصة كل متجر في السوق. ومن هنا فإن المتجر الأول. يحصل على 50% من السوق. والمتجر الثاني يحصل على 30% من السوق، وأخيراً يحصل المتجر الثالث على 30% من السوق.

وما تم تحديده حتى الآن هو المواقف المبدئية واحتمالات الموقف. وتكون الخطوة التالية هي تحديد مصفوفة احتمالات التغيير وذلك حتى يمكن التنبؤ بالموقف في المستقبل.

مصفوفة احتمالات التغيير:

إن مصفوفة احتمالات تغيير الموقف Matrix of transition probabilities هـي التي تمكنا من الانتقال من الموقف الحالي، إلى موقـف آخـر محتمـل فـي المستقبل. فمثلاً تعد مصفوفة احتمالات التغيير هي الوسيلة التي يمكـن مـن خلالها التنبؤ تغير حصة الشركة في السوق ومصفوفة احتمالات التغير هـي عبارة عن مجموعة من الاحتمالات المشروطة لوجود الشيء في موقف ما في المستقبل مع الأخذ في الاعتبار الموقف الحالي الذي يوجد في هذا الشيء.

ويمكن تعريف مصفوفة احتمالات التغيير كالتالي:

$$\text{ح}_{\text{من}} = \begin{bmatrix} \text{ح}_{11}\text{، ح}_{21}\text{، ح}_{31} \cdots \text{ح}_{\text{ن}1} \\ \text{ح}_{12}\text{، ح}_{22}\text{، ح}_{32} \cdots \text{ح}_{\text{ن}2} \\ M \\ \text{ح}_{\text{م}1}\text{، ح}_{\text{م}2}\text{، ح}_{\text{م}3} \cdots \text{ح}_{\text{نم}} \end{bmatrix}$$

حيث أن:

$\text{ح}_{\text{مل}}$ = هي احتمالات انتقال الشئ إلى الموقف ل مع الأخذ في الإعتبـار موقفه الآن في الموقف م.

ومن هنا فإن ح_{11} هي احتمالات بقاء الشئ في نفس الموقف 1 دون تغيير، ح_{21} هي احتمالات انتقال الشئ من الموقف 1 إلى الموقف 2 مع الأخـذ فـي الاعتبار أنه الآن في الموقف 1... وهكذا بالنسبة لبقية الاحتمالات الموجـودة في المصفوفة. وعادة ما يتم تحديد هذه الاحتمالات من خلال البيانات الفعليـة التاريخية والتي حدثت في الماضي. فمثلاً قد تفيد البيانات إلى أن 10% مـن المستهلكين الحاليين الذين يتسوقون في المتجر الأول (موقف1) سوف يتحولون إلى التسوق في المتجر الثاني (موقف2) وذلك في الفترة القادمة. ولـذا فـإن

الاحتمالات الخاصة بانتقال الأفراد من الموقف 1 إلى الموقف 2 في الفترة القادمة تساوي 0.1.أو أن ح21 تساوي 0.1 ...

دعنا نفترض أننا قد حددنا مصفوفة احتمالات التغيير بالنسبة للمحلات الثلاثة وذلك باستخدام البيانات التاريخية والتي تظهر كما يلي:

$$ح = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.1 & 0.8 \\ 0.7 & 0.2 & 0.1 \\ 0.6 & 0.2 & 0.2 \end{bmatrix}$$

ولعلك تتذكر أن المتجر الأول هو الموقف 1، والمتجر الثاني هو الموقف2، والمتجر الثالث هو الموقف 3. ومن هنا فإن معنى الاحتمالات الموجودة في المصفوفة السابقة يعني ما يلي:

الصف الأول:

0.8=ح11= احتمالات أن يكون الفرد في الموقف 1 بعد أن كان في نفس الموقف في الفترة السابقة.

0.1=ح21= احتمالات أن يكون الفرد في الموقف 2 بعد أن كان في الموقف 1 في الفترة السابقة.

0.1=ح31= احتمالات أن يكون الفرد في الموقف 3 بعد أن كان في الموقف 1 في الفترة السابقة.

الصف الثاني:

0.1= ح12=احتمالات أن يكون الفرد في الموقف 1 بعد أن كان في الموقف 2 في الفترة السابقة.

0.7=ح$_{22}$ = احتمالات أن يكون الفرد في الموقف 2 بعد أن كان أيضاً في الموقف 2 في الفترة السابقة.

0.2=ح$_{32}$= احتمالات أن يكون الفرد في الموقف 3 بعد أن كان في الموقف 2 في الفترة السابقة.

الصف الثالث:

0.2=ح$_{13}$= احتمالات أن يكون الفرد في الموقف 1 بعد أن كان في الموقف 3 في الفترة السابقة.

0.2 = ح$_{23}$= احتمالات أن يكون الفرد في الموقف 2 بعد أن كان الموقف 3 في الفترة السابقة.

0.6=ح33= احتمالات أن يكون الفرد في الموقف 3 بعد أن كان في الموقف 3 في الفترة السابقة.

ويلاحظ أن الاحتمالات في كل صف من صفوف المصفوفة لابد وأن يكون مجموعها مساوياً لمقدار 1 صحيح. وبعد أن يتم تحديد مصفوفة احتمالات التغيير وذلك مع مصفوفة احتمالات المواقف يكون من الممكن التنبؤ ـحتمالات الموقف في المستقبل.

التنبؤ بحصص السوق في المستقبل:

إن أحد الأهداف الرئيسية لتحليل ماركوف هو القيام بعملية التنبؤ في المستقبل. وباستخدام مصفوفة احتمالات الموقف، ومصفوفة احتمالات التغيير فإنه لا يكون من الصعب القيام بتحديد احتمالات الموقف في المستقبل. وبهذه الطريقة يمكننا أن نتنبأ باحتمالات قيام أي فرد بالتسوق من أحد من المتاجر

الثلاثة في المستقبل. وحيث أن هذه الاحتمالات تمثل حصة المتجر في السوق فإننا يمكننا التنبؤ بحصة المتاجر الثلاثة في السوق مستقبلاً. ومن الممكن حساب احتمالات الموقف في الفترة القادمة إذا كنا في الفترة الحالية عن طريق المعادلة:

$$(1)\ \pi = (2)\ \pi$$

وبالإضافة لذلك، فإننا كنا في أي فترة زمنية كالفترة ن فإننا يمكننا أن نحسب احتمالات الموقف في الفترة ن+1 باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{ح}(\text{ن})\ \pi = (1 + \text{ن})\ \pi$$

وباستخدام المعادلة السابقة يمكننا القيام بحساب حصة السوق لمتاجر البقالة الثلاثة في الفترة القادمة كالتالي:

$$\text{ح}_1\ \pi =_1 \pi$$

$$\begin{bmatrix} 0.1 & 0.1 & 0.8 \\ 0.2 & 0.7 & 0.1 \\ 0.6 & 0.2 & 0.2 \end{bmatrix} (0.3، 0.3 ، 0.4) = (2)\pi$$

$$(0.7)(0.3) + (0.1)(0.4)، (0.2)(0.3) + (0.1)(0.3) + (0.8)(0.4) \qquad = {}_2\pi$$

$$.(0.6)(0.3) + (0.2)\ (0.3) + (0.1)(0.4)\ ،\ (0.2)(0.3) +$$

$$(0.28 ، 0.31 ، 0.41\ ) \qquad = {}_2\pi$$

ويلاحظ من النتيجة النهائية للتنبؤ أن حصة السوق لكل من المتجر الأول والثاني قد زادت، حيث زادت حصة المتجر الأول من 40% إلى 41%، وزادت حصة المتجر الثاني من 30% إلى 31%. أما بالنسبة للمتجر الثالث فقد انخفضت حصته في السوق من 30% إلى 28%. ويشير ذلك إلى أن المقدار

الانخفاض في حصة المتجر الثالث قد تم توزيعه على المتجرين الآخرين. والسؤال الهام الذي قد يتردد الآن هو: هل تستمر عملية الانخفاض في حصة السوق الخاصة بهذا المتجر دائماً؟ بمعنى هل ستتجه حصة السوق لهذا المتجر إلى الانخفاض بشكل مستمر خلال الفترات القادمة؟ وهل سيفقد المتجر الثالث كل حصته في السوق؟ أم هل ستصل هذه المتاجر إلى نقطة توازن يرضى بها كل منهما؟ والواقع أن الإجابة على مثل هذه الأسئلة تتطلب فهماً لموضوع حالة أو شرط التوازن. وحتى يمكننا فهم هذا الموضوع دعنا نقدم أولاً تطبيقاً ثانياً لتحليل ماركوف وهو تحليل تعرض الآلة لبعض العطلات.

تحليل ماركوف في عمليات الآلة:

لقد قام السيد ذو الفقار بتسجيل العمليات التي تؤديها ماكينة إعداد الأغلفة التي يستخدمها في متجره الخاص بالتصوير للمستندات وتغليفها. وذلك عبر عدد من السنوات الماضية. وقد لاحظ السيد ذو الفقار أن ماكينة التغليف تعمل بنسبة 80% بشكل صحيح هذا الشهر إذا كانت تعمل بشكل صحيح في الشهر الماضي. ومثل ذلك يعني أن الماكينة تعمل بنسبة 20% بشكل غير صحيح على الرغم من أنها كانت تعمل بشكل صحيح في الشهر السابق مباشرة. كذلك لوحظ أن الماكينة تعمل بشكل غير صحيح بنسبة 90% من الوقت طالما أنها كانت تعمل بشكل غير صحيح في الشهر السابق مباشرة دون القيام بأي إصلاح لها. ومثل ذلك مرة أخرى يعني أن الماكينة يمكن أن تعمل بشكل صحيح بنسبة 10% هذا الشهر حتى وإن كانت تعمل بشكل غير صحيح في الشهر السابق. ويعني ذلك أن الماكينة تستطيع أن تصحح من عملياتها ذاتياً وذلك بنسبة 10% من الوقت.

ويمكننا الآن استخدام تلك المعلومات المتعلقة بالسيد ذو الفقار لكي نضـــع مصفوفة احتمالات التغيير. وبعد الموقف 1 هو الموقف الذي تعمل فيه الماكينة بشكل صحيح، أما الموقف 2 فهو يمثل الموقف الذي تعمل فيه الماكينة بشـــكل غير صحيح (أو لا تعمل فيها بشكل صحيح). هذه المصفوفة هي :

$$ح = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.8 \\ 0.9 & 0.1 \end{bmatrix}$$

ويمكننا تفسير الأرقام التي تمثل احتمالات التغيير في المصفوفة كالتالي:

$ح_{11}$=0.8= احتمالات أن تعمل الماكينة بشكل صحيح هذا الشهر إذا كـــانت تعمل بشكل صحيح في الشهر السابق.

$ح_{12}$=0.2 =احتمالات عدم عمل الماكينة بشكل صحيح هذا الشهر إذا كانت تعمل بشكل صحيح في الشهر السابق مباشرة.

$ح_{21}$=0.1= احتمالات أن تعمل الماكينة بشكل صحيح هذا الشهر إذا كـــانت تعمل بشكل غير صحيح في الشهر السابق مباشرة.

$ح_{22}$=0.9= احتمالات أن تعمل الماكينة بشكل صحيح هذا الشهر إذا كـــانت لا تعمل أيضاً بشكل صحيح في الشهر السابق مباشرة.

وإذا نظرنا إلى هذه المصفوفة نجد أن كل صف في المصفوفة يعبر عـــن الحالتين وهما أن تعمل الماكينة بشكل صحيح، وألا تعمـــل الماكينـــة بشـــكل صحيح. ولكن الاحتمالات في كل صف مشروطة بموقف الماكينة في الشـــهر السابق مباشرة. ففي الصف الأول نجد احتمالات أن تعمل الماكينـــة بشـــكل صحيح أو ألا تعمل بشكل صحيح إذا كانت هي تعمل في الشـــهر المـــاضي مباشرة بشكل صحيح. أما احتمالات الصف الثاني فهي احتمـــالات أن تعمـــل

الماكينة بشكل صحيح أو ألا تعمل بشكل صحيح إذا كانت لا تعمل بشكل صحيح في الشهر السابق مباشرة.

دعنا نطرح هذه الأسئلة على موقف الماكينة الخاصة بالسيد ذو الفقار. السؤال الأول هو ما هي احتمالات أن تعمل الماكينة بشكل صحيح في الشهر القادم (أي شهر من الآن)؟.

والسؤال الثاني: ما هي احتمالات أن تعمل هذه الماكينة بشكل صحيح شهرين من الآن؟ للإجابة على السؤالين فإننا نستخدم نفس الفكرة السابقة للتنبؤ عن طريق ما يلي:

$$\pi_2 = \pi_1 \text{ ح}$$

$$\pi_2 = (1 \text{، صفر}) \begin{bmatrix} 0.2 & 0.8 \\ 0.9 & 0.1 \end{bmatrix}$$

$$\pi_2 = (1)(0.8) + (\text{صفر})(0.1)\text{، } (1)(0.2) + (\text{صفر})\ (0.9)$$

$$\pi_2 = (1)(0.8) + (\text{صفر})(0.1)\ \text{،}\ (1)(0.2) + (\text{صفر})(0.9)$$

$$\pi_2 = (0.8 \text{ ، } 0.2)$$

ويلاحظ أن احتمالات أن تعمل الماكينة بشكل صحيح في الشهر القادم إذا كانت تعمل بشكل صحيح هذا الشهر الحالي هي 0.8، واحتمالات ألا تعمل بشكل صحيح في الشهر القادم إذا هي كانت تعمل بشكل صحيح هذا الشهر تساوي 0.2. ويمكننا استخدام هذه الاحتمالات (النتائج) في حساب احتمالات أن تعمل بشكل صحيح شهرين من الآن كالتالي:

$$\pi_3 = \pi_3 \text{ ح}$$

$$\pi_3=(0.2 \, ، \, 0.8)\begin{bmatrix}0.2 & 0.8\\0.9 & 0.1\end{bmatrix}$$

$$\pi_3 = (0.9)\,(0.2) + (0.2)(0.8) \, ، \, (0.1)(0.2) + (0.8)(0.8)$$

$$\pi_3 = (0.34 \, ، \, 0.66)$$

وتعني هذه النتيجة أن الآلة في الشهر الثالث (شهرين من الآن) لها احتمال قدرة 0.66 أن تعمل بشكل صحيح، وأن احتمالات عدم قيامها بالعمل بشكل صحيح في نفس الفترة الزمنية 0.34 وبطبيعة الحال يمكننا استخدام نفس الأسلوب في حساب موقف الآلة في أي عدد من الشهور القادمة في المستقبل.

اوضاع التوازن:

إن أحد الطرق التي يمكن أن تتحدد بها تلك الأوضاع (المواقف) التي يحدث عندها حالات توازن لاحتمالات المواقف المختلفة هي القيام باستخدام تحليل ماركوف لعدد كبير من الفترات الزمنية. فعبر هذا التحليل يمكن أن نرى أن الاحتمالات بعد فترة زمنية معينة تصبح مستقرة ولا تتغير أبداً بشكل ملحوظ، أي أن قيمتها كاحتمالات تصبح غير مستقرة. على سبيل المثال يمكننا أن نقوم بحساب احتمالات أن تعمل الماكينة بشكل صحيح لمدة 15 شهر قادمة. والقيام بمثل ذلك الحساب ليس عملية صعبة ويمكن القيام به يدوياً. ويعبر الجدول رقم (4-1) عن نتيجة هذا الحساب.

ويلاحظ من هذا الجدول أن الماكينة في الموقف 1 تعمل بشكل صحيح (الاحتمال=1) ولكن عندما وصلنا إلى الفترة الزمنية 10 أصبحت احتمالات أن تعمل الماكينة بشكل صحيح تنخفض إلى 0.360235 أما في الفترة 15 فإن احتمالات أن تبقى الماكينة تعمل بشكل صحيح هي حوالي 0.34 تقريباً (الاحتمال الدقيق هو (0.337854). ومن هنا يمكننا أن نستنبط أن احتمالات أن

تعمل الماكينة بشكل صحيح تنخفض عبر زيادة عدد الفترات الزمنية. ففي كل مرة نقوم بحساب الاحتمالات لفترة زمنية أطول نجد أن الاحتمالات تنخفض. ولكننا أيضاً نلاحظ أن الانخفاض في الاحتمالات تحدث بمعدل متناقص وليس متزايد.

جدول رقم (4-1): احتمالات الموقف للماكينة عبر 15 فترة زمنية

الفترة الزمنية	الموقف 1	الموقف 2
1	1.0	صفر
2	0.8	0.2
3	0.66	0.34
4	0.562	0.438
5	0.4934	0.5066
6	0.44538	0.55462
7	0.411766	0.588234
8	0.388236	0.611763
9	0.371765	0.628234
10	0.360235	0.632764
11	0.352165	0.647834
12	0.346515	0.653484
13	0.3425560	0.667482
14	0.339792	0.660207
15	0.33754	0.662145

ويعني ذلك أن الانخفاض في الاحتمالات يحدث بشكل كبير في الفترات الزمنية القادمة الأولى، ثم يبدأ بعد ذلك مقدار الانخفاض في الاحتمالات في التناقص مع زيادة الفترات الزمنية. والسؤال هو: ما الذي يمكن أن يحدث لهذه الاحتمالات إذا زادت الفترات الزمنية لمدة أطول؟. أي ما

الذي يمكن أن يحدث لهذه الاحتمالات في الأجل الطويل؟ بمعنى ماذا يمكن أن يحدث لهذه الاحتمالات لو تم حسابها لمقدار 100 فترة زمنية قادمة؟ هل يحدث وضع التوازن في هذه الحالة؟ وإذا كانت الإجابة نعم،. فما هو مقـــدار هــذه الاحتمالات وعند أي فترة؟ وإذا نظرنا إلى الجدول رقم (4-1) سنجد أن حالــة التوازن يمكن أن تظهر عندما تصبح الاحتمالات تســاوي 0.333333 أو 1/3. ولكن كيف يمكن أن نكون متأكدين من ذلك؟

إن وضع التوازن يعني وفقاً لتعريفه ذلك الوضع الذي تثبــت عنــده الاحتمالات ولا تنخفض بعهده. ولذلك إذا وصلنا إلـــى هــذا الوضـــع فـــإن احتمالات الموقف في الفترة التي تلي الفترة التي حدث عندها التوازن ســوف تكون مساوية لنفس الاحتمالات التي تمثل حالة التوازن نفسها. ومثـــل هــذه الحقيقة هي المفتاح الأساسي للوصول إلى تحديد وضـــع التـــوازن. وبمكننـــا التعبير عن هذه الحقيقة بالشكل التالي:

عند وضع التوازن فإن:

$$\pi \text{ (الفترة القادمة) } = \pi \text{ (الفترة الحالية) } ح$$

أو أن :

$$\pi_2 = \pi_1 \text{ ح}$$

وتعني المعادلة الأخيرة أن احتمالات الموقف في الفترة القادمـــة تســـاوي احتمالات الموقف في الفترة الحالية. وبالنسبة لماكينة التصوير يمكننا أن نطبق هذه المعادلة وذلك لتحديد وضع التوازن كالتالي:

$$\begin{bmatrix} 0.2 & 0.8 \\ 0.9 & 0.1 \end{bmatrix} \left({}_2\pi ، {}_1\pi \right) = \left({}_2\pi ، {}_1\pi \right)$$

وباستخدام مفهوم ضرب المصفوفات نجد أن:

$$[(0.9) ({}_2\pi) + (0.2) ({}_1\pi) ، (0.1)({}_2\pi) + (0.8)({}_1 \pi)] = ({}_2\pi ، {}_1\pi)$$

ويلاحظ أن القيمة $_1\pi$ ، على اليمين تساوي نفس القيمة الأولى التي توجد على اليسار، وأن القيمة $_2\pi$ تساوي القيمة الثانية على اليسار.

أي أن:

$$_2\pi\ 0.1 + {}_1\pi\ 0.8 = {}_1\pi$$

$$_2\pi\ 0.9 + {}_1\pi\ 0.2 = {}_2\pi$$

ونحن نعلم أيضاً أن مجموع كل من $_1\pi$ ، $_2\pi$ لابد وأن يكون مقداره 1 صحيح (لاحظ أنك إذا نظرت إلى أن مجموع كل قيم $_1\pi$، $_2\pi$ في الجدول رقم (4-1) هي 1 صحيح). ويمكننا أن نعبر عن هذه الخاصية بالمعادلة التالية:

$$\mathbf{1 = {}_{ن}\pi + \ldots + {}_2\pi + {}_1\pi}$$

ومن هنا فإنه بالنسبة لماكينة السيد ذو الفقار نجد أن:

$$1 = {}_2\pi + {}_1\pi$$

وبذلك يصبح لدينا ثلاثة معادلات وهي:

$$_2\pi\ 0.1 + {}_1\pi\ 0.8 = {}_1\pi$$

$$_2\pi\ 0.9 + {}_1\pi\ 0.2 = {}_2\pi$$

$$1 = {}_2\pi + {}_1\pi$$

وحتى يمكننا الحل فلابد من إسقاط أحد المعادلات وحل معادلتين فقط في وقت واحد لاستخراج القيمتين فيهما. ونحن نعرف أن المعادلة الثالثة والأخيرة لابد وأن تكون صحيحة في كل المواقف حيث أن مجموع احتمالات الموقف لابد وأن تكون 1 صحيح. ومن هنا فإننا لابد وأن نبقى هذه المعادلة حتى، يتحقق هذا الشرط. ومن هنا يمكننا أما أن نسقط المعادلة الأولى أو المعادلة الثانية ونقوم بالحل حيث يتبقى عندنا معادلتين ومجهولين. وإذا كنا في مثال نقوم فيه بالحل لمواقف ثلاثة فسيبقى عندنا 4 معادلات وثلاثة مجاهيل وهي π_1، π_2، π_3. وفي هذه الحالة أيضاً لابد من اسقاط أحد هذه المعادلات (الثلاثة الأصلية فقط) حتى يتبقى لنا معادلة مجموع الاحتمالات للمواقف تساوي 1 صحيح ومعادلتين فقط من المعادلات الأخرى وبذلك يصبح لدينا ثلاثة معادلات وثلاثة مجاهيل. وبصفة عامة، فإننا عندما نقوم بحل وضع التوازن لعدد من المتغيرات فإنه يكون دائماً لزاماً علينا أن نسقط أحد المعادلات حتى تصبح عدد المعادلات مساوية لعدد المتغيرات التي نحاول الوصول إلى قيم لها. والسبب الذي يمكننا من اسقاط أحد المعادلات أنها من الناحية الرياضية تكون في حالة علاقة مع بعضها البعض Inter related. وبمعنى آخر توجد معادلة تمثل تكراراً في تحديد العلاقة بين معادلات التوازن.

دعنا نفترض أننا عشوائياً قد قمنا بحذف المعادلة الأولى. ومن هنا فإننا سنقوم بالحل للمعادلتين التاليتين:

$$\pi_2 = \pi_1\, 0.2 + \pi_2\, 0.9 \quad \text{.............}(1)$$

$$\pi_1 + \pi_2 = 1 \quad \text{.............}(2)$$

وبإعادة ترتيب المعادلة (1) تصبح:

$$\pi_2\, 0.1 = \pi_1\, 0.2$$

وبضرب كلا الطرفين في 10 تصبح:

$$2\pi_1 = \pi_2$$

وبالتعويض عن قيمة π_2 في المعادلة رقم (2) تصبح:

$$1 = 2\pi_1 + \pi_1$$

أي أن:

$$1 = 3\pi_1$$

وأن:

$$0.33333 = \frac{1}{3} = \pi_1$$

وحيث أن π_2 ضعف قيمة π_1، فإن π_2 تصبح:

$$0.66666667 = \frac{2}{3} = \pi_2$$

وتشير هذه النتيجة إلى أن وضع التوازن يتحقق عندما تكون احتمالات أن تعمل الماكينة بشكل صحيح هي 0.33333333 واحتمالات ألا تعمل بشكل صحيح هو 0.66666667. ويمكننا توقع هذه النتيجة بالنظر إلى الجدول رقم (4-1). كذلك يشير هذا التحليل أن الوصول إلى وضع التوازن لا تتطلب معرفة احتمالات الموقف المبدئي على الإطلاق ولكنه يتطلب فقط معرفة مصفوفة احتمالات التغيير.

ويمكننا التأكد من وصلنا إلى نقطة التوازن عن طريق ضرب حالات التوازن بمصفوفة التغيير الأساسية كالتالي:

$$\begin{bmatrix} 0.2 & 0.8 \\ 0.9 & 0.1 \end{bmatrix} (0.6667 ، 0.3333)$$

$$= [(0.9)(0.6667) + (0.2)(0.3333) ، (0.1)(0.6667) + (0.8)(0.3333)]$$

وهي نفس احتمالات المواقف السابقة.

حالة الإحتواء والمصفوفة الأساسية:

حتى الآن لقد افترضنا أن أي نظام أو عملية يمكن أن تنتقل من موقف لآخر وذلك عبر فترتين زمنيتين مختلفتين. ولكن في بعض الحالات قد نتعرض لوجود نظام أو عملية في موقف ما ولكنها لا نستطيع أن تنتقل إلى موقف آخر في المستقبل. وبمعنى آخر، إذا وجد النظام أو العملية في موقف ما فإنه يكون متشبعاً بهذا الموقف ولا يمكنه الإنتقال إلى أي موقف آخر في المستقبل. وأي حالة أو موقف من هذا النوع يطلق عليه اسم حالة الإحتواء أو موقف الإحتواء absorbing state. فالموقف احتوى النظام أو العملية بما لا يمكنه من الانطلاق إلى أي موقف آخر مستقبلاً. ومن أشهر الأمثلة على ذلك التطبيقات الخاصة بأوراق القبض.

فالشركة تقوم بتصنيف أوراق القبض عادة إلى عدة مجموعات أو مواقف (حالات) وذلك وفقاً لأقدمية هذه الأوراق وتجاوزها لتاريخ الدفع، فهناك تلك التي تجاوز تاريخ استحقاقها مدة تزيد عن 6 شهور، وأخرى أقل من ذلك، وثالثة أقل. وهكذا. وتتحدد عدد المجموعات (المواقف) وفقاً لسياسة الشركة ذاتها. وتمثل المجموعات (المواقف) النمطية المجموعات التالية:

الموقف الأول (π_1): أوراق القبض التي تم دفعها بالكامل.

الموقف الثاني (π_2): ديون سيئة، تجاوزت تاريخ استحقاقها بأكثر من 3 شهور.

الموقف الثالث(π_3): أوراق تجاوزت تاريخ استحقاقها بأقل من شهر.

الموقف الرابع (π_4): أوراق قبض تجاوزت تاريخ استحقاقها لمدة شهر وأقل من ثلاثة شهور.

وفي أي لحظة زمنية (في هذه الحالة شهر) معينة فإن عملاء الشركة الذين قاموا بشراء السلع بالأجل يمكن أن يكون كل منهم في أحد هذه المواقف الأربعة وذلك وفقاً لأقدم ورقة قبض تخصه. فإذا كانت أقدمن ورقة قبض تخصه قد مضى على تاريخ استحقاقها أكثر من 3 شهور فإنه سوف يوضع في موقف الديون السيئة، أي الموقف 2 في حالتنا. وإذا كان أقدم ورقة قبض تتعلق به قد مر على تاريخ استحقاقها أقل من شهر فإنه سوف يوضع في الموقف3... وهكذا.

ومثلها مثل أي تطبيق لتحليل ماركوف يمكننا أن نضع مصفوفة تعبر عن احتمالات التغيير عبر الزمن وذلك للحالات الأربعة السابقة. وتمثل هذه المصفوفة درجة احتمال انتقال المستهلك بين المواقف الأربعة السابقة خلال الفترة القادمة (من هذا الشهر إلى الشهر القادم في مثالنا). واحتمالات أن يكون العميل في الموقف الأول (موقف الدفع الكامل) في الشهر القادم إذ قام بالدفع لنفس الورقة هذا الشهر لابد وأن تساوي 1 صحيح. فليس من المعقول أن يقوم المستهلك بدفع ثمن ما اشتراه هذا الشهر ثم يكون عليه دين عن نفس البضاعة في الشهر القادم. ويطلق على هذا الموقف اسم حالة الاحتواء. ومن حالات الاحتواء الأخرى في مثالنا هي تلك الحالة التي تمثل الديون المعدومة (الدين السئ). فعندما يمر أكثر من ثلاثة شهور على تاريخ استحقاق الدين فإن

الشركة عادة تقوم بعلاجه دفترياً عن طريق حسابه كدين معدوم ولا تتوقع استرداده بعد ذلك. وفي ذلك أن العميل الذي يقع في هذا الموقف (المجموعة) يبقى فيه إلى الأبد. وفيما يتعلق بأي حالة احتواء فإن احتمال الفرد في وجوده بهذه الحالة في المستقبل لابد وأن يساوي 1 صحيح، حيث هي حالة تأكد تام. ونص ذلك أن احتمال وجود هذا الفرد في أي حالة من الحالات الأخرى لابد وأن تساوي صفراً.

والسؤال الآن ماذا عن الموقفين الآخرين (π_3، π_4)؟ إذا فرض أن الفرد الذي يوجد حالياً في الموقف 3 وهو أن دينه قد تجاوز تاريخ استحقاقه بأقل من شهر فإن احتمالات وجوده في المجموعة الأولى (الدفع) يساوي 0.60، واحتمال قدره 0.20 أن يوجد في المجموعة الأخيرة (من شهر إلى ثلاثة شهور)، واحتمال قدره 0.20 أن يبقى في نفس المجموعة (أقل من شهر). ويلاحظ أننا أعطينا احتمال وجود الفرد في المجموعة الثانية (ديون معدومة) صفراً، نظراً لاستحالة انتقال الفرد من مجموعة أقل من شهر إلى مجموعة دين تجاوز تاريخ 3 شهور في شهر واحد.

أما بالنسبة للفرد الذي يوجد حالياً في الموقف 4 وهو أن دينه قد تجاوز تاريخ استحقاقه فترة ما بين شهر وأقل من 3 شهور فإننا يمكننا أن نفترض أن انتقاله إلى مجموعة الدفع (موقف1) احتماله 0.40 ، واحتمالات وجوده في المجموعة الثانية (الموقف 2) هو 0.10 ، واحتمالات انتقاله إلى الموقف (3) يساوي 0.30، واحتمالات بقائه بنفس المجموعة (الموقف4) تساوي 0.20. وقد يثار هنا سؤال وهو كيف يمكننا أن نجد فرداً في مجموعة من شهر إلى أقل من 3 شهور هذا الشهر ويصبح مصنفاً الشهر القادم في مجموعة أقل من شهر؟ الإجابة حيث أن التصنيف يقوم على أقدم دين لدى الفرد فإنه من المحتمل أن يسدد الفرد هذا الدين ويصبح أقدم دين لديه بعد ذلك أقل من شهر

من حيث الاستحقاق. فمن المحتمل أن يكون على الفرد أكثر من دين للشـــركة ولكن التصنيف يعتمد على أقدمها.

وباستخدام المعلومات السابقة يمكننا عمل مصفوفة احتمالات التغيير لـــهذه المشكلة كالتالي:

هذا الشهر	الشهر القادم			
	مدفوع	دين شيئ	شهر واحد	1-3 شهور
مدفوع	1	0	0	0
دين معدوم (سيئ)	0	1	0	0
أقل من شهر واحد	0.6	0	0.2	0.2
من شهر إلى ثلاثة شهور	0	0.1	0.3	0.2

أي أن:

$$\text{ح} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0.2 & 0.2 & 0 & 0.6 \\ 0.2 & 0.3 & 0.1 & 0.4 \end{bmatrix}$$

ولو أننا نعلم نسبة الأفراد الذين يوجدون في كل موقف من هذه المواقـــف فإننا يمكننا أن نتنبأ بنسبة الأفراد الذين يوجدون في المواقف الأربعة فـــي أي فترة زمنية قادمة. وكما تعودنا فإن كل ما هو علينا أن نضـــع هـــذه النســـب الخاصة بالأفراد حالياً في المجموعات الأربعة في مصفوفة ثم نضربها فـــــي مصفوفة احتمالات التغيير في المواقف. دعنا نأخذ مثالاً بفـــرض أن النســـبة الحالية للأفراد في المجموعات الأربعة هي 40%، 10%، 30%، 20% فمـــا هـــي النسبة المتوقعة في الشهر القادم؟

$$\pi_2 = \pi_1 \text{ح}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0.2 & 0.2 & 0 & 0.6 \\ 0.2 & 0.3 & 0.1 & 0.4 \end{bmatrix} (0.20 ، 0.30 ، 0.10 ، 0.40) = 2\pi$$

+ (1)(0.1) + (0)(0.4) ، (0.4)(0.2) + (0.6) (0.3) + (0) (0.1) + (1)(0.4) = 2π
(0.2) +(0.2) (0.3) + (صفر) (0.1) + (صفر)(0.4) ، (0.1) (0.2) + (0)(0.3)
(0.2)(0.2) + (0.2) (0.3) + (صفر) (0.1) + (صفر) (0.4) ، (0.3)
(0.10 ،0.12 ، 0.12 ، 0.66) = 2π

والأكثر جاذبية هي حالات أو أوضاع التوازن. ففي الأجل الطويل بطبيعة الحال سيكون كل فرد إما في حالة الدفع الكامل أو في حالة الديون المعدومة. ويعود ذلك إلى أن هاتين الحالتين (الموقفين) هما حالتي الاحتواء الموجودة في المشكلة. ولكن السؤال كم عدد الأفراد الذين يمكن أن يتواجدوا في كل من الموقفين؟ وما هو حجم الأموال في كل مجموعة منهما؟ فمعرفة حجم هذه الأموال التي توجد في كل مجموعة من المجموعتين يمكن الشركة من إدارة ديونها السيئة وكذلك إدارة التدفق النقدي الخاص بها. ويتطلب القيام بالإجابة على هذين السؤالين استخدام مصفوفة يطلق عليها اسم المصفوفة الأساسية Fundamental Matrix.

وحتى يمكن الحصول على ما يسمى بالمصفوفة الأساسية فلابد من القيام بتجزئة مصفوفة احتمالات التغير (ح). ويمكن القيام بذلك عن طريق الآتي:

	(ب)		(أ)
ح =	0	0	0
	0	0	1
	0.2	0.2	0
	0.2	0.3	0.1
	(د)		(ج)

$$أ = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$ب = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$ج = \begin{pmatrix} 0 & 0.6 \\ 0.1 & 0.4 \end{pmatrix}$$

$$د = \begin{pmatrix} 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0.3 \end{pmatrix}$$

وتعرف المصفوفة (أ) بأنها مصفوفة الوحدة (وهي المصفوفة التي يوجد على أحد قطريها الرقم ١، وفي أي مكان آخر الرقم صفر). أما المصفوفة ب فهي مصفوفة صفرية حيث أن كل الأرقام بها تساوي صفراً.

ويمكننا حساب المصفوفة الأساسية عن طريق استخدام المعادلة التالية:-

$$ص = (أ - د)^{-1}$$

حيث أن:

ص هي المصفوفة الأساسية:

وهذه المعادلة تعني أننا نقوم بطرح المصفوفة (أ) مصفوفة الوحدة) من المصفوفة (د) ثم نأخذ مقلوب النتائج الخاصة بالطرح. فالعلامة (-1) تعني

مقلوب المصفوفة. دعنا نطبق هذا على مثالنا الخاص بأوراق القبض لنعرف كيف يمكننا القيام بالعمليات الحسابية للمصفوفة الأساسية.

$$ص = \left(\begin{bmatrix} 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0.3 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}\right)^{-1}$$

وبطرح المصفوفة (د) من المصفوفة (أ) نحصل على المصفوفة التالية:

$$ص = \left(\begin{bmatrix} 0.2- & 0.8 \\ 0.8 & 0.3- \end{bmatrix}\right)^{-1}$$

ويمكننا الحصول على قيمة معكوس المصفوفة السابقة عن طريق استخدام أسلوب حساب عكس المفهوم Matrix Inverse. ونتيجة هذا الحساب هي:

$$ص = \left(\begin{bmatrix} 0.34 & 1.38 \\ 1.38 & 0.52 \end{bmatrix}\right)$$

وبهذا يكون في وضع يمكننا من تقدير قيمة الديون المعدومة والتي ينبغي على الشركة أن تتوقعها في الأجل الطويل. وللقيام بذلك فإننا أولاً نقوم بضرب المصفوفة الأساسية (ص) في المصفوفة (ج) كالتالي:

$$ص ج = \begin{bmatrix} 0 & 0.6 \\ 0.1 & 0.4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.34 & 1.38 \\ 1.38 & 0.52ر \end{bmatrix}$$

$$ص ج = \begin{bmatrix} 0.03 & 0.97 \\ 0.14 & 0.86 \end{bmatrix}$$

وللمصفوفة الأخيرة معنى هام جداً. فهي تشير إلى احتمالات انتقال كمية معينة موجودة الآن في أحد مواقف عدم الاحتواء إلى أحد مواقف الاحتواء بعد

فترة زمنية. فالصف الأول من هذه المصفوفة يشير إلى احتمالات انتقال كمية معينة موجودة الآن في حالة أوراق قبض نفذت بتاريخ استحقاقها بفترة زمنية قدرها أقل من شهر إلى مجموعة الدفع أو إلى مجموعة الديون المعدومة في المستقبل. فاحتمالات انتقالها إلى مجموعة الدفع (الموقف 1) هي (97%)، واحتمالات انتقالها إلى مجموعة الديون المعدومة (الموقف 2) هي 3% (0.03). والصف الثاني في المصفوفة الأخيرة له نفس التفسير ولكن بالنسبة لتلك الأوراق التي توجد في العينة الرابعة (موقف 4). والذي يعني أنها قد جاوزت تاريخ استحقاقها لمدة تتراوح بين شهر واحد وأقل من 3 شهور. فالمصفوفة تشير إلى أن 86% من هذه الأوراق سوف تنتهي إلى دفعها مستقبلاً، 14% من هذه الأوراق لن يتم دفعها أبداً وستصبح من الديون المعدومة.

ومثل هذه المصفوفة هامة جداً حيث أننا إذا كنا نعرف حجم الأموال المنتمية لمجموعة أوراق القبض التي مر على تاريخ استحقاقها مدة أقل من شهر، وتلك المنتمية إلى مجموعة أوراق القبض التي تعدت تاريخ استحقاقها مدة تتراوح بين شهر وأقل من ثلاثة أشهر فإنه يمكننا أن نقدر قيمة (حجم الأموال) التي سوف تمثل ديون معدومة للشركة في المستقبل وتلك التي سوف تنتهي بدفعها بالكامل للشركة.

دعنا نفرض أن حجم الأموال في كل مجموعة من المجموعات غير المحتوية هي م فإننا سوف يكون لدينا مصفوفة بهذه الأموال بالنسبة لهذه المجموعات كالتالي:

حيث أن :

م = (م1 ، م2،م3،.... من)

ن : هي عدد المواقف غير المحتوية.

$م_1$: هي حجم الأموال التي توجد في الموقف الأول.

(المجموعة الأولى)

$م_2$: هي حجم الأموال التي توجد في الموقف الثاني.

(الموقف الثاني)

$م_3$: هي حجم الأموال التي توجد في الموقف الثالث.

(المجموعة الثالثة)

$م_ن$: هي حجم الأموال التي توجد في الموقف ن.

(المجموعة ن)

بفرض أن مجموعة أوراق القبض التي توجد في مجموعة الأوراق التي تجاوز تاريخ استحقاقها فترة زمنية أقل من شهر تبلغ قيمتها 2000جنيه، ومجموعة الأوراق التي جاوز تاريخ استحقاقها فترة ما بين شهر وأقل من ثلاثة شهور تبلغ قيمتها 5000جنيه.

في هذه الحالة تكون المصفوفة (م) كالتالي:

م= (2000،5000)

ويمكننا الآن حساب كمية الأموال التي سوف تنتهي مدفوعة بالكامل أو تلك التي سوف تنتهي في صورة ديون معدومة عن طريق ضرب المصفوفة (م) في المصفوفة (ص ج) والتي قمنا بحسابها من قبل. دعنا نقوم بذلك:

مقدار الأموال التي سوف تنتهي مدفوعة ومعدومة =

$$\begin{bmatrix} 0.03 & 0.97 \\ 0.14 & 0.86 \end{bmatrix} [5000،2000]$$

$$= [(0.14)(5000) + (0.03)(2000)،(0.86)(5000) + (0.97)(2000)]$$

$$= [760،6240]$$

ومعنى ذلك أن مبلغ قدره 7000 جنيه (2000جنيه في المجموعة التي تجاوزت تاريخه بأقل من شهر ومبلغ 5000 جنيه في المجموعة التي تجاوزت تاريخ استحقاقها بشهر إلى أقل من 3 شهور) سوف يدفع منه 6240 جنيه، وسوف ينتهي منه 760 جنيه كديون معدومة على الشركة.

تدريبات على الفصل الرابع

1) يشعر السيد عبد الله بالقلق الشديد نتيجة لتدهور عدد الطلاب المسجلين لديه بالمعهد الفني الخاص والذي أنشأه منذ عدة سنوات. وعبر هذه السنوات كانت المنافسة شديدة جداً بين معهده والمسمى بمعهد الحرية، ومعهد السلاملك، ومعهد السهم الذهبي.. وحتى يتفهم السيد عبد الله الوضع التنافسي مع المعهدين قرر القيام بدراسة مسحية. وقد هدفت هذه الدراسة إلى تحديد ذلك العدد من الطلاب الذين قاموا بالتحويل بين المعاهد أثناء دراستهم. وفي المتوسط فإن معهد الحرية كان قادراً على الاحتفاظ بطلابه بنسبة 65%، 20% من الطلاب الذين قاموا بالتسجيل في المعهد قاموا بالتحويل إلى معهد السلاملك، 15% قاموا بالتحويل إلى معهد السهم الذهبي. ويعد معهد السلاملك أكثر المعاهد الثلاثة احتفاظاً بنسبة 90% منهم، 5% من الطلاب الذين تركوا المعهد ذهبوا إلى معهد الحرية، 5% ذهبوا إلى معهد السهم الذهبي. أما المعهد الذهبي فقد كان قادراً على الاحتفاظ بنسبة 80% من الطلاب الذين سجلوا معه في بداية دراستهم. أما الطلاب الذين تركوا المعهد فقد ذهب نصفهم إلى معهد السلاملك ونصفهم الآخر إلى معهد الحرية.

وحالياً يحصل معهد الحرية على 40% من السوق، أما معهد السلاملك (والذي بعد أحدث بكثير من معهد الحرية) يحصل على 35%، أما بقية حصة السوق فتذهب إلى معهد السهم الذهبي. ويحاول السيد عبد الله تقدير حصة معهده في العام القادم في ظل هذه المعلومات. ما هو وضع التوازن للمعاهد الثلاثة؟

2) يقوم المعهد الفني الصحي الخاص كل عام بتقديم مجموعة من الاختبارات وذلك لاختيار مدى إلمامهم بالحاسب الآلي. ويقوم المعهد بتصنيف نتائج هذه الاختبارات في 4 مجموعات (مواقف) كالتالي:

الموقف 1: اجتياز كل الاختبارات وبعض من مقرر الحاسب بالمعهد.

الموقف 2: لم يجتاز كل الاختبارات بعد المحاولة الثالثة ولابد وأن يــأخ
المقرر في المعهد.

الموقف3: لم يستطيع اجتياز الاختبار في أول محاولة.

الموقف4: لم يستطيع اجتياز الاختبار في ثاني محاولة.

وقد لاحظ السيد المشرف على الاختبارات وجــود مصفوفـــة احتمـــالات
غير التالية:

$$ح \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0.1 & 0.1 & 0 & 0.8 \\ 0.2 & 0.4 & 0.2 & 0.2 \end{bmatrix}$$

ويوجد الآن 200 طالب لم يجتازوا الاختبار في أول محاولة. وإلى جوار
يوجد 50 طالب لم يجتازوا الاختبار في المحاولة الثانيـــة. فـــي الأجـــل
يل، ما هو عدد الطلبة المحتمل اعفاؤهم من المقرر في المعـــــهد نتيجـــة
زهم كل الاختبارات؟

كم عدد الطلاب الذين سيكون مطلوباً منهم في النهاية أخذ مقرر الحاســب
هد؟

3) يمتلك هيثم سيارة رياضية موديل عام 1955 وهو فخوراً بها للغايـــة.
كل يوم لا يعرف هيثم، إذا كانت السيارة سوف تعمل من عدمــــه. 90%
قت أنها سوف تعمل إذا كانت قد بدأت العمل في اليوم السابق مباشـــرة.

70% من الوقت أن تعمل إذا كانت لم تعمل فـــي اليـــوم الســـابق مباشـــر
، المطلوب:
ـيوم.

(ج) ما هي احتمالات عملها غداً إذا كانت هي لم تعمل اليوم؟

4) أحد أصدقاء هيثم (في المشكة السابقة) راهن زميل له على أن السيا
لن تبدأ العمل 5 أيام من الآن:

(أ) ما هي احتمالات عدم عمل السيارة بالفعل 5 أيام من الآن لـــو أنـ
بدأت العمل اليوم؟

(ب) ما هي احتمالات عدم عمل السيارة بالفعل 5 أيام من الآن إذا كـا
قد فشلت في البدء اليوم؟

(ج) ما هي احتمال أن تعمل السيارة في الأجل الطويل لو أن مصفوفـ
احتمالات التغيير بقيت كما هي ولم تتغير؟

5) كل شهر من شهور السنة يفقد متجر الأمل لمنتجات الموضـــع 0
من مستهلكيه إلى محلات الدبور، 20% منهم إلى محـــرت رزق الله. ولك
محلات الدبور تفقد في نفس الفترة 5% من عملائها إلى متجر الأمـــل، 0
إلى محلات رزق الله. وتفقد محلات رزق الله كل شهر أيضاً 5% من عما
إلى محلات الدبور، 5% أخرى إلى متجر الأمل. وفي الوقت الحالي يحص
كل متجر منهم على حصة متساوية من السوق. ما هـــي حصـــص السـ
المحتملة للمتاجر الثلاثة خلال الشهر القادم؟ وماذا سيكون موقف كل منها
3 شهور من الآن؟

6) يستخدم أحد المصانع ماكينة في تعبئة عبواته من المنتجات. ونظـــراً للقدم الشديد لهذه الماكينة فهي أحياناً تقوم بالتعبئة للعبوة بشكل أكثر من الوزن المفروض أحياناً (50 كيلو) أو أقل من الوزن المفروض أحياناً أخرى. ومـــن خلال ملاحظة الماكينة اتضح للشركة أنها عندما تقوم بتعبئة العبـــوات وفقـــاً للوزن الصحيح فإن هناك احتمال قدره 0.10 أنها ستقوم بتعبئة العبوة بمقـدار 49 كيلو فقط في اليوم التالي لعملها بشكل صحيح. كذلك هناك احتمال قـــدره 0.20 أن تقوم الماكينة بوضع 51 كيلو في العبوات في اليوم التـــالي لعملـــها بشكل صحيح. أما إذا كانت الماكينة تضع اليوم 49 كيلو في كل عبـــوة فـــإن هناك احتمال قدره 0.30 أنها سوف تضع الوزن الصحيح (50 كيلو) في كـل عبوة غداً، واحتمال قدره 0.20 أن تضع 51 كيلو غداً أيضاً. بالإضافة إلـــى ذلك إذا كانت الماكينة تضع اليوم 51 كيلو في كل عبوة فإن هنـــاك احتمـــال قدره 0.40 بأن تضع الوزن الصحيح في العبوات غداً، واحتمال قـــدره 0.10 أن تضع 49 كيلو فقط غداً أيضاً.

أ) لو أن الماكينة تضع 50 كيلو في كل عبوة اليوم ما هو احتمال أن تقوم الماكينة بوضع 50 كيلو في كل عبوة غداً؟

ب) قم بحل نفس المطلوب في (أ) إذا كانت الماكينة تضع اليوم 49 كيلـــو فقط في كل عبوة.

ج) قم بحل نفس المطلوب في (أ) إذا كانت الماكينة تضع اليوم 51 كيلـــو في كل عبوة.

7) إحدى الجامعات لديها مكتبة بداخلها تقوم ببيع الكتب الجامعية للطلاب والتي تواجه منافسة شديدة من ثلاث مكتبات أخرى في المنطقة وهي مكتبـــة عبد الرحيم، ومكتبة الأمانة، ومكتبة الثقافة. وتشعر مكتبة الجامعة بقلق شـــديد

من ترك كثير من الطلاب التعامل معها والتحول إلى المكتبات الخاصة خارج الجامعة. وقد حصلت الجامعة على مصفوفة احتمالات التغيير التالية:

	مكتبة الجامعة	مكتبة عبد الرحيم	مكتبة الأمانة	مكتبة الثقافة
مكتبة الجامعة	0.6	0.2	0.1	0.1
مكتبة عبد الرحيم	صفر	0.7	0.2	0.1
مكتبة الأمانة	0.1	0.1	0.8	0
مكتبة الثقافة	0.05	0.05	0.1	0.8

وفي الوقت الحالي يحصل المكتبات الأربعة على حصص متساوية في السوق. ما هو نصيب كل مكتبة من هذه المكتبات في الفترة القادمة.

8) إذا أوضحت نتئج إحدى الدراسات في المثال السابق أن سعر مكتبة الجامعة عالي جداً مقارنة بأسعار المكتبات المنافسة، ولكن رئيس الجامعة رفض تخفيض السعر. هل يمكنك أن تتوقع حصة كل مكتبة في الأجل الطويل إذا ما ستمرت الظروف على ما هو عليه؟

9) في اليوم الواحد تواجه حركة المرور في مدينة الإسكندرية تقلبات شديدة في انسياب السيارات وتدفقها في الطريق. وتشير التجربة إلى وجود ثلاثة حالات (مواقف) لوضع المرور في شوارع المدينة وهي: معقولة، ويمكن تحملها، وسيئة. ولو كانت حركة المرور معقولة في ساعة معينة فإن هناك احتمال قدره 20% بأنها ستكون يمكن تحملها في الساعة التي تليها، واحتمال 10% أنها ستكون سيئة. وإذا كانت حركة المرور يمكن تحملها في ساعة ما فإن هناك احتمال قدره 20% بأن تكون معقولة في الساعة القادمة، واحتمال قدره 5% أن تكون سيئة. بالإضافة لذلك، إذا كانت ظروف المرور سيئة في ساعة معينة فإن هناك احتمال قدره 60% أن تبقى كما هي في الساعة التالية، واحتمال 30% أن تكون معقولة في الساعة القادمة.

لو أن حالة المرور سيئة في الساعة الحالية ما هي احتمـــالات أن تكـــون معقولة بعد ساعتين من الآن؟ وما هي احتمالات أن تكون في حالـــــة يمكـــن تحملها بعد ساعتين من الآن أيضاً؟

10) في المثال الخاص بأوراق القبض الذي عرضنا له داخل الفصل هـــل يمكنك أن تحدد كيف ستتغير مجموعة أوراق القبض المدفوعـــة، ومجموعـــة الديون المعدومة إذا كانت مصفوفة احتمالات التغير هي المصفوفة التالية:

$$ح = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0.1 & 0.2 & 0 & 0.7 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.4 \end{bmatrix}$$

الفصل الخامس

نظرية المباريات ذات المجموع الصفري

الفصل الخامس

نظرية المباريات ذات المجموع الصفري

تتعامل النظرية مع مباراة في المنافسة بين طلرفين أو أكثر يقومون بعمكلية اتخاذ القرار وكل واحد من متخذي القرار يسعى لكسب الطـوف الآخر والتغلب عليه. ولذا فإن نظرية المباريات تعـــد مـــن الأســـاليب الحيوية في تكويـــن الاســـتراتيجيات فـــي ظـــل المنافســـة والصـــراع بين الأطراف.

وتعود نظرية المباريات إلى عام 1944 عندما تم عرضها في كتـــاب بواسطة جون فون نيومان، وأوسكار فورجينستون تحت اســـم نظريـــة المباريات والسلوك الاقتصادي. وقد استخدمت هذه النظرية فيما بعد فـــي وضع استراتيجيات الحرب العالمية، وكذلك في المفاوضات التي يعقدهـــا اتحاد العمال مع أصحاب رؤوس الأموال في الغرب، وكذلك بواســـطة لاعبي الشطرنج في محاولة فهم لكسب مبارياتهم.

وتصنف نماذج المباريات وفقاً لعدد اللاعبين، ووفقاً لمجموع العـــائد الكلي، ووفقاً لعدد الاستراتيجيات المستخدمة في المباراة. ونظراً لتعقـــد العمليات الرياضية اللازمة لهذه المباريات فإننا سوف نقتصر فقط علـــى عرض تلك المباريات التي يشارك فيها طرفان فقط، ويكون مجموعـــهما صفراً. والمبياراة التي يكون فيها طرفان فقط هي تلك المباراة التـــي لا يوجد فيها إلا لاعبان ـ مثل اتحاد العمال والإدارة. وللتسهيل والتبســـيط فإننا نعتبر س، ص هما اللاعبان في المباراة. أما المجمـــوع الصفـــري فيعني Zero Sum أن مجموع الخسارة التي يتحملها أحد اللاعبين لابـــد

وأن تكون مساوية لمجموع المكاسب التي يكسبها الطرف الآخر في المباراة. وعندما نقوم بجمع الخسارة والمكسب المتساويان في القيمة والمختلفان في الإشارة (خسارة سالب/مكسب موجب) فإن المجموع لابد وأن يكون صفرا. ولذا يطلق على المباراة اسم المباراة ذات المجموع الصفري.

لغة المباريات

حتى يمكننا أن نقدمك إلى عالم نظرية المباريات ومصطلحاته دعنا ننظر إلى أحد المباريات البسيطة. بفرض أن هناك محلين يقومون ببيع منتجات الإضاءة داخل المنازل وهي المتجر س، والمتجر ص. وحتى الآن فإن حصة كل منهما النسبية في السوق تعد مستقرة إلى حد كبير، ولكن ذلك قد يتغير في المستقبل. ولقد تخرجت ابنة صاحب المتجر س من ماجستير إدارة الأعمال جامعة الاسكندرية وقامت بإعداد استراتيجيتين ترويجيتين لمحل والدها. الأولى هي استخدام الإعلانات في الإذاعة في بعض الأوقات الهامة، والثانية هي القيام ببعض الإعلانات في الصحف اليومية.

وعندما سمع مالك المتجر ص بذلك فقد مضى في سبيل الإعداد أيضا لحملات إعلانية في الإذاعة والصحف اليومية. ويعبر الجدول رقم [5-1] عن مصفوفة العوائد والمتمثلة في الحصة النسبية في السوق لكلا المحلين وذلك لو بدأ كل منهما في القيام بحملاته الإعلانية. وتقليديا فإن الأرقام الموجودة داخل الجدول تعبر عن المكاسب (العوائد) الخاصة باللاعب الأول وحده وهو المتجر س في هذه الحالة. أما بالنسبة للمتجر ص فإن عائده سيكون بنفس المقدار ولكن بالسالب. وفي هذه المباراة البسيطة سيتم استخدام استراتيجيتان فقط لكل لاعب منهما. ولو كان

المنافس ص لديه استراتيجية ثالثة للرد على منافسه س فإننا في هذه الحالة نواجه مصفوفة عوائد مكونة من 2×3، وهذا ما سوف نعرض له لاحقاً في هذا الفصل، وتعني الأرقام الموجبة في الجدول فهو العكس حيث يعني أن ص يكسب وأن س يخسر نفس المقدار.

جدول رقم [5-1] مصفوفة العوائد للمتجر س

		استراتيجيات المتجر ص	
		ص$_1$ (استخدام الإذاعة)	ص$_2$ (استخدام الصحف)
استراتيجيات المتجر س	س$_1$ (استخدام الإذاعة)	2	7
	س$_2$ (استخدام الصحف)	6	4-

وإذا نظرنا إلى الجدول رقم [5-1] سوف نجد أن المباراة لصالح المنافس س حيث تظهر كافة الأرقام بشكل موجب ما عدا رقم واحد فقط والذي يظهر بشكل سالب. ولو أن المباراة كانت لصالح ص بشكل أكبر لكانت القيم السالبة داخل الجدول أكثر من القيم الموجبة. ويعني ذلك أن المباراة في مثالنا ووفقاً لما نشاهده في جدول مصفوفة العوائد تعد مباراة متميزة لصالح المنافس س. ولكن نظراً لأن المنافس الآخر ص لابد وأن يلعب المباراة فإنه سوف يلعب بهدف تدنية خسارته الكلية إلى أدنى حد ممكن. ويمكن تفسير النتائج الموجودة في الجدول [5-1] كالتالي:

استراتيجيات المتجر س	استراتيجيات المتجر ص	المخرجات (النتائج) نسبة التغير في حصة السوق
س$_1$ (استخدام الإذاعة)	ص$_1$ (استخدام الإذاعة)	س يكسب 2% من السوق ويخسر ص نفس النسبة
س$_1$ (استخدام الإذاعة)	ص$_2$ (استخدام الصحف)	س يكسب 7% من السوق ويخسر ص نفس النسبة
س$_2$ (استخدام الصحف)	ص$_1$ (استخدام الإذاعة)	س يكسب 6% من السوق ويخسر ص نفس النسبة
س$_2$ (استخدام الصحف)	ص$_2$ (استخدام الصحف)	ص يكسب 4% من السوق ويخسر س نفس النسبة

المباريات ذات الاستراتيجيات الصافية

في بعض المباريات فإن الاستراتيجية التي يلعبها كل لاعب سوف تكون نفس الاستراتيجية بصرف النظر عن الاستراتيجية الخاصة باللاعب الآخر. ومثل ذلك الموقف يطلق عليه اسم الاستراتيجية الصافية Pure Strategy. ونقطة انتهاء المباراة Saddle Point هي الموقف الذي يواجه فيه كلا اللاعبين استراتيجيات صافية. والاستراتيجية بالنسبة للمباريات ذات الاستراتيجيات الصافية يمكن تحديدها بدون أداء أي عمليات حسابية.

دعنا ننظر إلى هذا المثال لكي نعرف ما إذا كانت هناك نقطة نهاية (توازن) للمباراة؟

استراتيجيات اللاعب الأول (س)		استراتيجيات اللاعب الثاني (ص) ص1	ص2
	س1	3	5
	س2	1	2-

إن الإجابة على السؤال السابق هي نعم. ولكن كيف حددنا ذلك؟ دعنا نرى كيف؟

1- إن اللاعب الأول س سوف يحرص دائما على أن يلعب بالاستراتيجية س1 حيث أن أسوأ نتائجها هي مكسب +3 نقاط. أما الاستراتيجية س2 فإن أفضل مكاسبها هي +1 نقطة فقط.

2- بمعرفة أن س سوف يلعب دائما باستراتيجية س1 فإن ص سوف يحاول دائما أن يلعب بالاستراتيجية ص1 لأنه إذا لعب بها سوف

يخسر 3 نقاط، ولكن إذا لعب بالاستراتيجية ص$_2$ مع تمسك س باستراتيجية س$_1$ فإنه سوف يخسر 5 نقاط.

3- حيث أن كل لاعب منهما لديه استراتيجية مسيطرة على باقي الاستراتيجية فإن المباراة لها نقطة توازن ونهاية. والقيمة الخاصة بنقطة التوازن هي نتيجة المباراة. ومن هنا تعد التهاية نتيجة المباراة.

الاستراتيجية الصافية

نقطة التوازن

الاستراتيجية الصافية للمنافس س

	ص$_1$	ص$_2$
س$_1$	(3)	5
س$_2$	1	-2

والسؤال هو لماذا يكون لدينا نقطة توازن بين الطرفين في هذه المباراة؟ إذا نظرنا إلى الجدول سنجد أن اللاعب س لابد وأن يلعب دائماً نفس الاستراتيجية وهي س$_1$ لأن أسوأ نتائج هذه الاستراتيجية أفضل من أفضل نتائج الاستراتيجية الأخرى وهي س$_2$. كذلك سوف نرى أن على ص دائماً وأبداً أن يستخدم الاستراتيجية ص$_1$ مع علمه بأن المنافس س سيلعب دائماً باستخدام الاستراتيجية س$_1$ وذلك حتى يقلل من خسارته المتوقعة إلى أدنى حد ممكن.فهو في ظل معرفة أن الطرف الآخر يلعب بالاستراتيجية س$_1$ دائماً فإما أن يلعب بالاستراتيجية ص$_1$ ويخسر 3 نقاط أو يلعب بالاستراتيجية ص$_2$ ويخسر 5 نقاط فلماذا يلعب باستراتيجية ص$_2$؟

وفي الواقع قد لا يرى اللاعبان نقطة التوازن عند بداية المباراة. ولكن بعد فترة من اللعب يبدأ الطرفان في إدراك أن على كل منهما أن

يتبع نفس الاستراتيجية وأنها هي الاستراتيجية الوحيدة التي يجب عليهما اللعب بها (وذلك بواقع استراتيجية واحدة لكل منهما).

وتعد قيمة المباراة هي متوسط أو النتائج المتوقعة للمباراة لو أن المباراة قد تم لعبها عدد لانهائي من المرات. وفي مثالنا فإن قيمة المباراة تساوي 3 نقاط. وقد يلاحظ القارئ أن الرقم 3 ـ هي نقطة التوازن ـ تمثل أكبر قيمة في العمود الخاص بها، وهي أصغر قيمة في الصف الواقعة به. وهذه حقيقة مطلقة بالنسبة لنقطة التوازن في أي مباراة. وهناك طريقة تقليدية معروفة لمعرفة ما إذا كانت المباراة يوجد بها نقطة توازن أم لا. فنقطة التوازن توجد إذا توافر الشرطان التاليان:

1- إذا كانت القيمة هي أعلى قيمة في عمودها.

2- وإذا كانت نفس القيمة هي أصغر القيم الموجودة في صفها.

معيار الحد الأدنى للحدود القصوى

لقد رأينا في أن متخذ القرار المتشاؤم يحاول دائماً أن يعظم من المنافع الدنيا. وقلنا أن ذلك يطلق عليه معيار تعظيم الحدود لدينا في القرار. والواقع أن تدنية أقصى حالات الخسارة الممكنة هو نفس الشيء لحالة تعظيم الحدود الدنيا للمكاسب المحتملة.وفي نظرية المباريات يطلق على الحالة الأخيرة اسم معيار الحدالأدنى للحدود القصوى Minimax Criterion. وفي هذا المعيار يعد مدخلاً يستخدم لقيام كل لاعب باختيار تلك الاستراتيجيات التي تدني من خسارته إلى أدنى حد ممكن.

ويتم تطبيق معيار الحد الأدنى للحدود القصوى عن طريق ما يلي:
أولاً: يتم اختيار أصغر الأرقام في الصفوف ثم بعد ذلك يتم اختيار أكبر

هذه الأرقام الصغرى. ومثل هذا الاختيار يطلق عليه اسم القيمة الدنيا للمباراة Lower Value. ثم يقوم الفرد بعد ذلك باختيار الرقم الأكبر في كل عمود، ثم يختار أقلها بعد ذلك. ويطلق على هذا الرقم اسم أكبر قيمة للمباراة Higher Value والعمود الذي توجد فيه اسم الاستراتيجية التي تدني الحد الأقصى للاعب ص ...

دعنا نطبق هذه الفكرة على أحد الأمثلة.

استراتيجيات اللاعب الأول (س)	استراتيجيات اللاعب الثاني (ص): ص$_1$	ص$_2$	أقل قيمة في الصف
س$_1$	10	6	6 القيمة الدنيا للمباراة
س$_2$	-12	2	-12 (أكبر أصغر القيم)
أكبر قيمة في العمود	10	6 (أصغر أكبر القيم) القيمة العليا للمباراة	

ولو أن القيمة الدنيا للمباراة تساوي القيمة العليا للمباراة تكون هذه القيمة هي نقطة التوازن وهي نقطة انهاء المباراة وقيمتها أيضاً. ففي مثالنا نجد أن القيمة العليا للمباراة تساوي القيمة الصغرى لها ولذا فإن المباراة يكون لها نقطة توازن وتنتهي وتكون قيمتها تساوي 6 نقاط لكل طرف. ويكون في هذه الحالة على المنافس س أن يستخدم الاستراتيجية س$_1$، ويكون على المنافس ص أن يستخدم الاستراتيجية ص$_2$.

المباريات ذات الاستراتيجيات المختلطة

عندما لا يكون هناك نقطة توازن في المباراة فإن كل لاعب يمكنه أن يلعب بكل استراتيجية وذلك بنسب معينة من الوقت لكل منها.

ويطلق على هذه الحالة اسم المباراة ذات الاستراتيجية المختلطة Mixed Strategy Game، ويكون المطلوب أن نحدد نسبة الوقت الذي سوف تستخدم فيه الاستراتيجية من الاستراتيجيات المتاحة للطرفين.

وإذا كانت المباراة هي عبارة عن مباراة بين لاعبين، وكل منهما ليس أمامه إلا استخدام استراتيجيتين فقط فإن المباراة تصبح 2×2 وهنا يمكن تحديد نسبة الوقت الذي تستخدم فيه كل استراتيجية عن طريق استخدام المعادلات الجبرية العادية. ويعبر الشكل عن هذه الفكرة:

	p	p – 1
p		
p – 1		

حيث:

p، p–1 هي عبارة عن نسب الوقت الخاصة باللاعب س وذلك لاستخدام الاستراتيجيات س$_1$، س$_2$.

p ، p–1 هي نسبة الوقت الخاصة باللاعب ص والتي يستخدم فيها الاستراتيجيات ص$_1$، ص$_2$.

والهدف لكل لاعب هو أن يحدد ذلك المقدار من الوقت الذي يلعب فيه كل استراتيجيات المتاحة والتي يمكن تحقق له أقصى منفعة مكسب ممكنة. فكل لاعب يهدف إلى اختيار الاستراتيجية التي تعطى له أفضل المكاسب بصرف النظر عن طبيعة الاستراتيجية التي يستخدمها الصرف الآخر.

ويمكن أن يوجد الحل في الاستراتيجيات المختلطة 2×2 وذلك من خلال مساواة العائد (المكسب) المتوقع لأحد اللاعبين من خلال أحد استراتيجيات الخصم الأخرى. ومع هذا المدخل فإن اللاعب س يرغب في تقسيم المباراة بين الصفين بطريقة تجعل المكسب المتوقع من الصف الأول يساوي المكسب المتوقع من اصف الثاني وذلك بصرف النظر عما يفعله الخصم ص. وبمعنى آخر، فإن س يرغب في تحديد أفضل الاستراتيجيات الممكنة والتي قد تكون مستقلة تماما عن الاستراتيجيات التي سوف يتبعها الخصم ص. ولذا فلابد من مساواة العائد من الاستراتيجية $س_1$ (الصف الأول) مع العائد من الاستراتبجية $س_2$ (الصف الثاني) وذلك بالنسبة للاعب س.

ويستخدم نفس المدخل بالنسبة لتحديد استراتيجيات اللاعب ص. فهذا اللاعب يرغب في التقسيم بين الاستراتيجيتين بحيث يقلل من خسارته إلى أدنى حد ممكن بصرف النظر عما يفعله س.

دعنا نأخذ مثالا نطبق عليه هذا المدخل في حل المباراة. الجدول التالي يعبر عن مكاسب اللاعب (الطرف) س وخسارة الطرف ص:

	$ص_1$	$ص_2$
$س_1$	4	2
$س_2$	1	10

الخطوة الأولى للحل:

سوف نضع الرموز p ، p–1 في مكانها، وكذلك الرموز p ، p–1 أيضا في مكانها كالتالي:

استراتيجيات الطرف (ص)			
p -1	p		
2	4	p	استراتيجيات الطرف (س)
10	1	p -1	

الخطوة الثانية:

تكوين وحل المعادلات التي يتمثل أفضل الاستراتيجيات للطرف س.

أ. العمود الأول: $(p-1)\ 1 + p4$

ب. العمود الثاني: $(p-1)\ 10 + p2$

ج. مساواة المعادلتين (نظرا لضرورة المساواة في المكسب بين الاستراتيجيتين):

$$(p-1)\ 10 + p2 = (p-1)\ 1 + p4$$

د. الحل بالنسبة لقيمة p ، وقيمة 1 –p:

$$(p-1)\ 10 + p2 = (p-1)\ 1 + p4$$

$$p10 - 10 + p2 = p - 1 + p4$$

$$10 + p8- = 1 + p3$$

$$9 = p11$$

$$\frac{9}{11} = p$$

$$\therefore 1 - p = 1 - \frac{9}{11} = \frac{2}{11}$$

هـ. يمثل $\frac{9}{11}$ ، $\frac{2}{11}$ مقدار الوقت الذي ينبغي أن ينفقه الطـــرف س على كل استراتيجية س1، س2. فهو لابد وأن يقضي $\frac{9}{11}$ مـــن الوقت في استخدام الاستراتيجية س1، ومقدار $\frac{2}{11}$ من الوقت في استخدام الاستراتيجية س2.

الخطوة الثالثة:

تكوين وحل المعادلات التي تمثل أفضل الاستراتيجيات للطرف ص:

أ. الصف الأول: $4p + 2(1 - p)$

ب. الصف الثاني: $1p + 10(1 - p)$

ج. معادلة الصفين معا:

$$4p + 2(1 - p) = 1p + 10(1 - p)$$

د. حل المعادلتين وتحديد قيمة p ، وقيمة 1 – p:

$$4p + 2(1 - p) = 1p + 10(1 - p)$$

$$4p + 2 - 2p = 1p + 10 - 10p$$

$$11p = 8$$

$$\therefore p = \frac{8}{11}$$

$$\therefore 1 - p = 1 - \frac{8}{11} = \frac{3}{11}$$

ويعني ذلك أن على الطرف ص أن يســـتخدم الاســـتراتيجية ص$_1$ بمقدار $\frac{8}{11}$ من الوقت، ويستخدم الاستراتيجية ص$_2$ بمقدار $\frac{3}{11}$ من الوقــت حتى يقلل من خسارته إلى أدنى حد ممكن.

وعندما تنتهي من تحديد الاستراتيجيات الخاصة بكل طرف، وتحديد مقدار الوقت الذي ينفقه كل منهما على كل استراتيجية فإننا نســتطيع أن نحدد قيمة المباراة. ويمكن حساب هذه القيمة عن طريق ضرب نتيجـــة كل مباراة بالمعامل p ، p وذلك للاستراتيجية المناسبة. ثم يتـــم جمـــع النتيجة للوصول إلى القيمة النهائية للمباراة. ويمكننا أن نوضح حســـاب قيمة المباراة كالتالي:

	ص$_1$	ص$_2$
س$_1$	4	2
س$_2$	1	10

$$p = \frac{9}{11}$$

$$1 - p = \frac{2}{11}$$

$$p = \frac{8}{11}$$

$$1 - p = \frac{3}{11}$$

ويمكن وضع هذه النتائج داخل الشكل التالي:

	ص1 $\frac{8}{11}$ - p	ص2 $\frac{3}{11}$ - p - 1
س1 $\frac{9}{11}$ - p	4	2
س2 $\frac{2}{11}$ - p - 1	1	10

حساب قيمة المباراة:

$2.38 - \frac{8}{11}\times\frac{9}{11}\times4$

$0.45 - \frac{3}{11}\times\frac{9}{11}\times2$

$0.13 - \frac{8}{11}\times\frac{2}{11}\times1$

$\underline{0.50} - \frac{3}{11}\times\frac{2}{11}\times10$

قيمة المباراة - $\underline{3.46}$

ويعني ذلك أن الطرف س سوف يربح 3.46 نقطة من المباراة، وأن الطرف ص سوف يخسر نفس القدر وذلك إذا تم لعب المباراة عدد كبير من المرات.

وعلى الرغم من أن هذه الطريقة تعطي لنا القيمة المتوقعة للمباراة إلا أن هناك طريقة أقصر يمكن استخدامها في تحديد قيمة المباراة. وتتحدد هذه الطريقة عن طريق ضرب النتائج بالاحتمالات التي تم حسابها (نسب استخدامها الاستراتيجية وقتا معينا) وذلك لأي صف بالكامل أو لأي عمود بالكامل. ويمكن توضيح ذلك كما يلي:

$\frac{3}{11} = p - 1$	$\frac{8}{11} = p$		
2	4	$\frac{9}{11} = p$	الصف الأول
10	1	$\frac{2}{11} = p - 1$	الصف الثاني

الصف الأول: قيمة المباراة = $3.46 = \frac{38}{11} = (\frac{3}{11})2 + (\frac{8}{11})4$

الصف الثاني: قيمة المباراة = $3.46 = \frac{38}{11} = (\frac{3}{11})10 + (\frac{8}{11})1$

العمود الأول: قيمة المباراة = $3.46 = \frac{38}{11} = (\frac{2}{11})1 + (\frac{9}{11})4$

العمود الثاني: قيمة المباراة = $3.46 = \frac{38}{11} = (\frac{2}{11})10 + (\frac{9}{11})2$

ومن هنا فإننا يمكننا أن نحدد قيمة المباراة عن طريق استخدام أي صف أو أي عمود.

السيطرة

إن مفهوم السيطرة Dominance هو مفهوم يمكن بواسطته تخفيض حجم المباراة وذلك عن طريق استبعاد تلك الاستراتيجيات التي لا يمكن لأي لاعب في المباراة أن يأخذ بها. والاستراتيجيات الخاصة باللاعب يمكن استبعادها إذا كان اللاعب يستطيع أن يكون في موقف أفضل من خلال استراتيجية أخرى. وبمعنى آخر فإن أي استراتيجية يمكن استبعادها إذا كانت كل نتائجها مثل أو أسوأ من نتائج استراتيجية أخرى متاحة أمام اللاعب.

باستخدام مفهوم الاستبعاد يمكننا أن نختصر حجم المباراة التالية:

	ص1	ص2
س1	4	2
س2	1	10
س2	1	1

وإذا نظرنا إلى الجدول السابق سنجد أن الاستراتيجية ص3 لايمكن للاعب س أن يستخدمها على الإطلاق. ويعود ذلك إلى حقيقة أساسية وهي أن اللاعب س لديه استراتيجيتان أفضل بكثير في كل جوانبها من هذه الاستراتيجية. وبهذا تصبح المباراة الجديدة كالتالي:

	ص1	ص2
س1	4	3
س2	2	20

ويمكن حلها عن طريق الاستراتيجيات المختلفة جبريا كالتالي:

<u>للاعب س</u>

$$(p - 1)\ 20 + p3 = (p - 1)\ 2 + p4$$

$$p20 - 20 + p3 = p2 - 2 + p4$$

$$20 + p17- = 2 + p2$$

$$18 = p19$$

$$\therefore p = \frac{18}{19}$$

$$1 - p = \frac{1}{19}$$

<u>للاعب ص</u>

$$(p - 1)\ 20 + p2 = (p - 1)\ 3 + p4$$

$$p20 \quad 20 + p2 = p3 - 3 + p4$$

$$p + 3 = -18p + 20$$

$$19p = 17$$

$$\therefore p = \frac{17}{19}$$

$$\therefore 1 - p = \frac{2}{19}$$

وتكون قيمة المباراة في هذه الحالة تساوي:

$$4\left(\frac{18}{19}\right) + 2\left(\frac{1}{19}\right) = \frac{74}{19} = 3.89$$

ويمكننا أن نأخذ مثال آخر لنوضح مفهوم السيطرة واستخدامه في اختصار المباراة حتى يمكننا حلها جبريا. الحدول التالي يعبر عن مكاسب الطرف س، وخسائر الطرف ص:

	$ص_1$	$ص_2$	$ص_1$	$ص_2$
$س_1$	5	4	6	3
$س_2$	6	2	3	10

وإذا نظرنا إلى الجدول السابق سنجد أن الاستراتيجية $ص_2$ أفضل للطرف ص من الاستراتيجية $ص_1$ وذلك في كل قيمها. فخسارة 4 نقاط أفضل من 5، وخسارة نقطتان أفضل من خسارة 6 نقاط.

ومعنى ذلك أن الاستراتيجية $ص_2$ مسيطرة على الاستراتيجية ص ويجب استبعادها ($ص_1$) وبالتالي فإن الاستراتيجية $ص_2$ أفضل بكثير من الاستراتيجية $ص_3$ بالنسبة للطرف ص حيث أن خسارة 4 نقاط أفضل من 6 نقاط، وخسارة نقطتان أفضل من خسارة ثلاث نقاط. ومن هنا تصبح الاستراتيجية $ص_2$ مسيطرة على الاستراتيجية $ص_3$ ويتم استبعادها ($ص_3$).

ومن هنا يصبح الجدول الجديد كالتالي:

ص$_2$	ص$_1$	
3	4	س$_1$
10	2	س$_2$

ويلاحظ أن الاستراتيجية ص$_2$ ليست أفضل من الاســـتراتيجية ص$_4$ للطرف ص في كل جوانبها حيث أنها أفضل إذا اتبع المنافس استراتيجية س$_2$ ولكنها أسوأ إذا اتبع المنافس الاستراتيجية س$_1$. ويمكن تحديد نســبة الوقت الخاص بالاستراتيجيتين بنفس الطريقة السابقة كالتالي:

بالنسبة للطرف س

$$(p-1)\,10 + p3 = (p-1)\,2 + p4$$

$$p10 - 10 + p3 = p2 - 2 + p4$$

$$10 + p7- = -2 + p2$$

$$8 = p10$$

$$\frac{8}{10} = p \therefore$$

$$\frac{2}{10} = \frac{8}{10} - 1 = p - 1 \therefore$$

بالنسبة للطرف ص

$$(p-1)\,10 + p2 = (p-1)\,3 + p4$$

$$p10 - 10 + p2 = p3 - 3 + p4$$

$$10 + p8- = 3 + p$$

$$7 = p9$$

$$\frac{7}{9} = p \therefore$$

$$\frac{2}{9} = \frac{7}{9} - 1 = p - 1 \therefore$$

وبهذه تصبح قيمة المباراة:

$$\underline{3.8} = \frac{38}{10} = \left(\frac{2}{10}\right) 2 + \left(\frac{8}{10}\right) 4$$

تدريبات على الفصل الخامس

1- حدد استراتيجيات كل من الطرف س، والطرف ص إذا كانت هـــذه هي النتائج المحتملة لكل استراتيجية في المباراة. وما هي قيمة هـذه المباراة:

الطرف ص

الطرف س	ص1	ص2
س1	2	-4
س2	6	10

2- ما هي قيمة المباراة التالية وما هي الاستراتيجيات المثلى بالنســـبة لكل من أ، ب:

الطرف ب

الطرف أ	ب1	ب2
أ1	19	20
أ2	5	-4

3- حدد استراتيجية كل لاعب، وقيمــــة المبــاراة إذا حصلــت علــى الجدول التالي:

الطرف ص

الطرف س	ص1	ص2
س1	86	42
س2	36	106

4- ما هي قيمة المباراة التالية:

الطرف ي

الطرف ل		ي1	ي2
	ل1	21	116
	ل2	89	3

5- يمتلك الطرف أ عملتان ورقيتان أحدهما بمبلغ 1 جنيه والثانية بمبلغ 20 جنيه. أما الطرف ب فهو لديه أيضا عملتان ورقيتـــان همـــا 5 جنيه، 10 جنيه. وسوف يقوم كل طرف بسحب واحد من العمليتيـــن الورقيتين من اللاعب الآخر وذلك دون علم كل طرف بالعملة التـــي سحبها الطرف آلاخر. لو أن مجموع قيمة النقود المســـحوبة قيمـــة فردية فسوف يحصل اللاعب أ على العملتين اللتين تم سحبهما، وإذا كان مجموع ما سحب يمثل رقم زوجي فإن اللاعب ب يحصل على العملتين المحسوبتين.

أ) قم بوضع جدول العوائد لهذه المباراة.

ب) ما هي أفضل استراتيجية لكل لاعب منهما؟

ج) ما هي قيمة هذه المباراة؟ ومن هو اللاعب الذي تفضل أن تكون؟

6- قم بحل المشكلة السابقة إذا كانت القيمة الإجمالية للعملة المســـحوبة رقما زوجيا فإن الطرف أ يحصل على العملتين المسحوبتين، بينمـــا إذا كان المجموع رقما فرديا يحصل الطـــرف ب علـــى العملتيـــن المسحوبتين

7- قم بحل المباراة التالية:

الطرف ي

الطرف ل		ي1	ي2
	ل1	-5	-10
	ل2	12	8
	ل3	4	12
	ل4	-40	-5

8- يتنافس متجران على السوق. الأول هو متجر الأحذية الذهبية والثاني هو الأحذية الماسية. ولو لم يقم محل الأحذية الذهبية بالإعلان فإنه لن يخسر أي جزء من السوق إذا لم يعلن الأحذية الماسية ولكن المحل سيخسر 2% من السوق لو أن الأحذية الماسية استثمر مبلغ 10,000 جنيه في الإعلان، ويخسر 5% من السوق لو أن الأحذية الماسية استثمر 20,000 جنيه في الإعلان على الجانب الآخر، لو أن الأحذية الذهبية استثمر 15,000 جنيه في الإعلان سوف يحصل على 3% زيادة في حصته السوقية لو أن الأحذية الفاسدة لم يفعل شيئا، ويحصل على 1% من السوق زيادة لو أن الأحذية الماسية تستثمر في نفس الوقت 10,000 جنيه في الإعلان، ويخسر 1% لو أن الأحذية الماسية استثمر في نفس الوقت 20,000 جنيه في الإعلان.

أ) قم بتنمية مصفوفة العوائد لهذه المشكلة.

ب) هل يمكنك تحديد قيمة المباراة وأفضل الاستراتيجيات.

الفصل السادس

أسلوب تقييم ومراجعة البرامج PERT

الفصل السادس

اسلوب تقييم ومراجعة البرامج PERT

في كثير من المواقف يكون المدير مسئولا عن تخطيط ، وجدولـــه ورقابة عدد من المشروعات والتى تتكون من العديـــد مـــن المراحـــل أو الوظائف ، أو المهام المنفصلة والتى يمكن أن تؤدى بواســـطة العديـــد مـــن الإدارات والأفراد. وغالبا ما تكون مثل هذه المشـــروعات معقـــدة أو كبـــيرة الحجم بحيث لا يمكن للمدير أن يتذكر كافـــة المعلومـــات المتعلقـــة بعمليـــة تخطيطها ، وجدولتها ، وتقدم مراحل تنفيذها . وفى مثل هذا الموقف فإن مـــا يسمى بأسلوب تقييم ومراجعة البرامج The program Evaluation and review Technique(PERT) وكذلك ما يسمى طريقة المسار الحـــرج Critical path Method (CPM) قد اثبتا أنهما ذا قيمة غالبة

فقد استخدم اسلوب PERT، وكذلك أسلوب CPM فى تخطيط وجدولة والرقابة على عدد من المشروعات المتنوعة مثل :

1- بحوث وتنمية المنتجات الجديدة .

2- عمليات بناء مصنع ، أو مبنى للسكن ، أو طرق سريعة .. الخ .

3- صيانة بعض المعدات الفخمة والمعقدة .

4- تصميم وتركيب بعض النظم الجديدة .

وفى مثل هذه المشروعات فان مديرى المشروع لابد وأن يقوموا بجدولـــة وتنسيق الوظائف أو الأنشطة المختلفة بحيث يمكن اتمام المشروع فى الوقـــت المحدد له ومن العوامل التى تؤدى الى تعقيد هذه المهمة هو وجود درجـــة اعتمادية بين هذه الوظائف او الأنشطة . فعلـــى ســـبيل المثـــال فـــى هـــذه المشروعات يمكن ان نجد أن بعض الوظائف أو المشروعات تعتمـــد علـــى

ضرورة الانتهاء من بعض الأنشطة الأخرى قبل أن تبدأ ، كذلك فان بعض المشروعات قد تحتوى على عدد كبير من الأنشطة والذى قد يصل الى بعض الآلاف . ومثل ذلك يدعو المديرين الى البحث عن بعض الاجراءات التى تمكنهم من الاجابة على بعض الاسئلة مثل الاسئلة التالية :

1-ما هو الوقت الكلى اللازم لانجاز المشروع ؟

2-ما هى الأزمنة المجدولة للبدء والانتهاء من كل نشاط ؟

3-ما هى الانشطة " الحرجة " والتى لابد من الانتهاء منها فى الوقت المجدول لها تماما حتى يمكن الانتهاء من المشروع ككل فى الوقت المحدد له ؟

4- الى أى مدى يمكن التأخير فى تلك الأنشطة " غير الحرجة " بحيث لا يؤدى هذا التأخير الى زيادة الوقت الكلى اللازم لانجاز المشروع ككل .

والواقع أن كل من اسلوب تقييم ومراجعة البرامج (PERT) ، وطريقة المسار الحرج CPM يمكنها الاجابة على مثل هذه الاسئلة :

وعلى الرغم من أن كل من بيرت والمسار الحرج لهما نفس الهدف العام، ويستخدمان الكثير من نفس المصطلحات إلا إن كل منهما قد تتميته بشكل مستقل . فقد تم تنمية أسلوب بيرت فى أواخر 1950 وبصفة خاصة لمشروع الصواريخ . وقد كانت العديد من الأنشطة الخاصة بهذا المشروع أنشطة جديدة وغير معروفة من قبل ، ولذا فقد تم تنمية هذا الأسلوب للتعامل مع تلك المشروعات ذات الأنشطة غير مؤكدة الوقت . أما طريقة المسار الحرج فقد تم تنميتها بشكل اساسى فى المشروعات الصناعية حيث تكون فيها أنشطة المشروع معروفة ومؤكدة وتقدم طريقة المسار الحرج اختيار إمكانية تخفيض وقت الأنشطة عن طريق زيادة عدد العاملين على انجازها أو زيادة الموارد

اللازمة لادائها وبطبيعة الحال مقابل زيادة التكلفة . وبالتالى فإن أحد الملامح التى تميز طريقة المسار الحرج أنها يمكنها أن تحدد تلك المقايضة بين الوقت والتكلفة بالنسبة لأنشطة المشروع المختلفة .

واليوم ومع وجود نسخة من بيرت والمسار الحرج تستخدم مع الحاسب الآلى فان قد تم الجمع بين أفضل الملامح الخاصة بالطريقتين ، ومن هنا فان التفرقة بين الأسلوبين لم يعد الآن أمرا ضروريا ، ومن هنا فاننا سوف نشير الى اجراءات جدولة المشروعات بأنها كل من بيرت والمسار الحرج .

جدولة المشروعات مع وجود أنشطة معروفة الزمن :

بفرض أن زهران يرغب فى عمل توسعات فى مركز التسوق الخاص به وذلك حتى يستوعب من 8 –10 متاجر جديدة * . ولقد تم توفير التمويل اللازم لهذا التوسع ، ولكن كل ما تبقى هو أن يقوم زهران بتخطيط ، وجدولة ، واتمام مشروع التوسع فى المركز الحالى ، دعنا نعرف كيف يمكن أن تساعد بيرت / المسار الحرج فى هذا المجال :

إن أول خطوة فى عملية الجدولة بواسطة أسلوب بيرت / او المسار الحرج هو القيام بتنمية قائمة بالأنشطة التى يتكون منها المشروع، ويعد الجدول رقم (6–1) عن تلك الأنشطة اللازمة لاتمام مشروع التوسع فى المركز التجارى لزهران ، ووفقا لهذا الجدول فان هناك تسعة انشطة أعطى كل منها تعبيرا رمزيا من (أ) الى (ط) . كذلك يظهر هذا الجدول الأنشطة السابقة مباشرة على أى نشاط آخر Tinmediate predecessor ، وكذلك الوقت اللازم لانجاز كل نشاط . والواقع أن النشاط السابق مباشرة يحدد تلك

* - هذا المثال هو مثال افتراضى للاغراض التعليمية فقط

الأنشطة التى لابد من الانتهاء منها قبل أن يبدأ النشاط الجديد ، فمن الجـــدول نجد أن النشاطين (أ) ، (ب) ليس لكل منهما أى نشاط سابق عليهما ، ممـــا يعنى أن كل منهما يمكن أن يبدأ فى نفس الوقت مع بداية المشروع يمكـــــن معرفة ذلك من خلال وجود (-) أمام النشاطين (أ ، ب).

أما بقية الأنشطة السابقة فهى توضح أن كل من الأنشطة (ج) ، (د) ، (هــ) لا يمكنها أن تبدأ إلا بعد الانتهاء تماما من انجاز النشاط (أ) - أما النشاط (و) فهو لا يمكن أن يبدأ الا بعد الانتهاء من انجاز النشاط (هــــ) . كدلك فان النشاط (ز) لا يمكنه أن يبدأ إلا بعد الانتهاء من انجاز كـــل مـــن النشاط (د) ، والنشاط (و) . أما النشاط (ح) فهو لا يمكن أن يبـــدأ إلا إذا انتهينا من النشاطين (ب) ، (ج) . واخيرا فإن النشاط (ط) لا يمكن أن يبـــدأ الا بعد الانتهاء من انجاز النشاطين (ز) ، (ح) وبطبيعـــة الحـــال فـــان هـــذا المشروع ينتهى بانتهاء النشاط (ط).

جدول (6-1) : قائمة الانشطة اللازمة للتوسع فى مركز زهران التجارى والوقت اللازم لانجاز كل نشاط

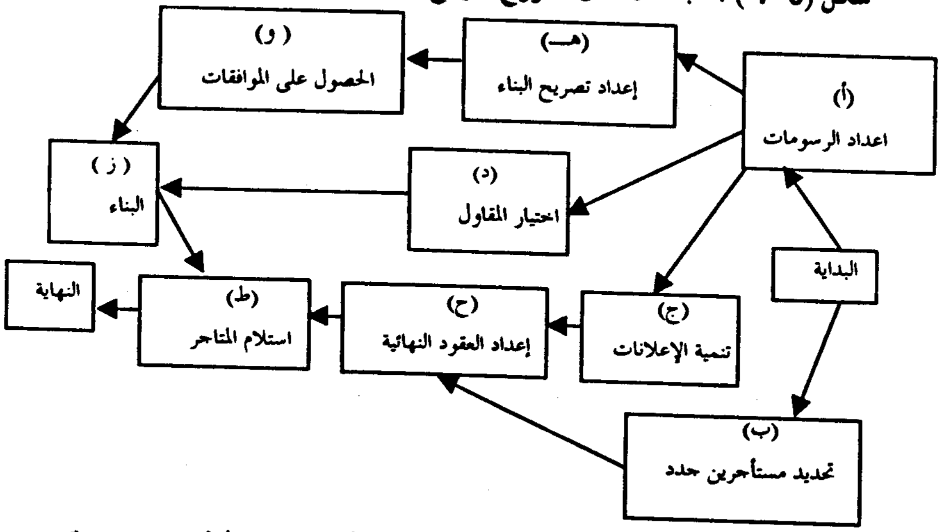
النشاط	وصف النشاط	النشاط السابق مباشرة	زمن النشاط بالاسبوع
أ	اعدد الرسومات الهندسية	-	5
ب	تحديد بعض المستأجرين الجدد	-	6
جـ	اعداد اعلانات الايجار للمستأجرين الجدد	أ	4
د	القيام باختيار شركة مقالات لتنفيذ المشروع	أ	3
هـ	إعداد التصريح الخاص بالتوسع	أ	1
و	الحصول على موافقات الجهات المعنيه بالتوسع	هـ	4
ز	القيام بعملية البناء	د ، و	14
ح	اعداد العقود النهائية مع المستأجرين الجدد	ب ، ج	12
ط	قيام المستأجرين باستلام متاجرهم	ز ، ح	2
		الاجمالى	51 اسبوع

أما العمود الأخير فى الجدول هو يوضح الوقت (عدد الأسابيع) اللازمة للانتهاء من كل نشاط . فعلى سبيل المثال نلاحظ أن النشاط (أ) يأخذ 5 أسابيع للانتهاء منه ، والنشاط (ب) يتطلب 6 أسابيع حتى يمكن انجازه بالكامل ، .. وهكذا .

ويوضح الجدول أن مجموع الزمن الخاص بكل الانشطة هو 51 اسبوعا . ولكن فى الحقيقة سوف ترى أن هناك نشاطين أو اكثر يمكن أن يتم أداؤهم فى نفس الوقت ، الأمر الذى يؤدى الى التقليل من مقدار الزمن اللازم لانجاز المشروع بالكامل . فالهدف النهائى لبيرت أو المسار الحرج هو تقديم جدول تفصيلى للأنشطة والذى يؤدى الى انجاز المشروع ككل فى أقل وقت ممكن .

وباستخدام الانشطة السابقة مباشرة على كل نشاط يمكننا أن نمثل هـذا المشروع بشكل بيانى ، أو ما يعرف باسم شبكة الأعمال للمشـــروع Project network ويعبر الشكل رقم (6-1) عن شبكة الأعمال لمشروع التوسع فـــى مركز زهران التجارى .

شكل (6-1) : شبكة الأعمال لمشروع التوسع فى مركز زهران التجارى



وفى هذا الشكل يلاحظ أن نقاط النشاط قد تم التعبير عنها فى صـــورة مستطيلات أما الأسهم فهى تعبر عن العلاقات السابقة بين الانشطة . ويلاحـظ أيضا من الشكل أنه قد تم إضافة نقطتين (مستطيلين) احدهما يعبر عن نقطة البداية والثانى يعبر عن نقطة نهاية المشروع ككل . والواقع أن شبكة الاعمال للمشروع تساعد المدير على تصور ورؤية العلاقات بين الأنشطة ، كما أنـــها تقدم أساسا للقيام بالعمليات الحسابية الخاصة بطريقة بيرت / المسار الحرج.

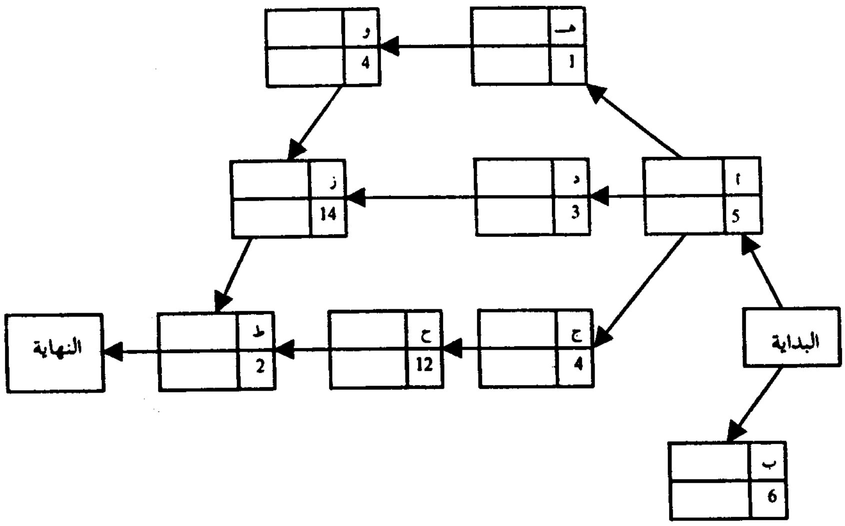
مفهوم المسار الحرج :

حتى يمكن تسهيل وتبسيط العمليات الحسابية فاننا سوف نقوم باعـــادة رسم شبكة الأعمال للمشروع كما يظهر فى الشكل (6-2) ، وإذا نظرنا الـــى

الجزء الأعلى من أقصى اليمين لكل مستطيل لوجدنا أن فيه الرمز المعبر عن كل نشاط . ويظهر أسفل كل ركز فى نفس الجزء الزمن اللازم لانجاز هـــذا النشاط .

وحتى يمكن تحديد زمن الانتهاء من المشروع ، فان علينا أن نحلـــل شبكة الأعمال وذلك لتحديد ذلك المسار الذى يطلق عليه اسم المسار الحـــرج للشبكة Critical path . ولكن قبل أن نقوم بذلك فان علينا ان نعرف اولاً مـــا هو المقصود بالمسار ؟ يعرف المسار بأنه **مجموعة من النقاط المتصلة والتى تقودنا من نقطة البداية الى نقطة النهاية.** فعلى سبيل المثال أحد المســـارات لخاصة بالشبكة الموجودة فى الشكل رقم (6–2) هو المسار : أ – هـــ – و – ز – ط . وبفحص شبكة الأعمال فى الشكل (6–2) يمكننا أن نصـــل الـــى بعض المسارات الأخرى الممكنة مثل المســـار: أ – د – ز – ط ، وكذلـك المسار : أ – ج – ح – ط ، واخيرا ، المسار : ب – ح – ط .وكل المسارات الواقعة على الشبكة لابد من اجتيازها حتى يمكن اتمام المشروع ككل .ومـــن هنا فاننا ننظر الى ذلك المسار الذى يتطلب اكبر وقت ممكن لعبره . فحيث ان بقية المسارات سوف تحتاج الى زمن أقل لعبورها فان أطول المسارات هـــو الذى يحدد ذلك الزمن اللازم للانتهاء من المشروع . ولو أن أحـــد الأنشـــطة الواقعة على هذا المسار قد تأخرت فى تنفيذها فان زمن المشروع ككل ســوف يتأخر أيضا . ومن هنا فإن أطول مسار من حيث الزمن هو الذى يعد المســـار الحرج . وبنفس المنطق فانه يسار الى تلك الأنشطة الواقعة على هذا المســـار باسم الانشطة الحرجة critical Activities للمشروع ، ويقـــدم الجـــزء التـــالى طريقة رياضية خطوة بخطوة للوصول الى المسار الحرج الواقـــع علـــى أى شبكة أعمال .

شكل (6–2) : شبكه الأعمال لمشروع التوسع فى المركز التجارى مع الزمن الخـاص بالأنشطة:



تحديد المسار الحرج :

عادة ما نبدأ عن طريق حساب زمن البداية المبكر ، وزمـــن البدايـــة المتأخر لكل الأنشطة الواقعة على الشبكة . دعنا نعطى الرموز التالية :

ب ك = زمن البداية المبكر لأى نشاط

ن ك = زمن النهاية المبكر لأى نشاط

ز = زمن النشاط (الزمن اللازم لانجاز النشاط)

ويمكننا أن نعرف زمن النهاية المبكر لأى نشاط كالتالى :

ن ك = ب ك + ز

أى زمن النهاية المبكر للنشاط هو عبارة عن زمن البداية المبكر له بالاضافــة الى زمن انجاز النشاط نفسه .